Das populäre Magazin für Astronomie und Raumfahrt

Spektrum DER WISSENSCHAFT

ASTRONOMIE HEUTE

SKY & TELESCOPE DEUTSCHE AUSGABE

WWW.ASTRONOMIE-HEUTE.DE

Dezember
12 / 2006
€ 6,50 / sFr 12,50

SCHWARZE LÖCHER

Wo sich die exotischsten von ihnen verbergen

PLUTO-DEBATTE

Insider-Bericht vom Streit um den 9. Planeten

DER GRÜNE BLITZ

Seltenes Farbenspiel bei Sonnenuntergang

GRATIS-CD-ROM

PC-Planetarium Redshift 6: Testreport und Probeversion

TELESKOPTEST

Die eleganten Gitterrohr-Dobsons von Meade

60463

4 196046 130650 6 12

Oliver Dreissigacker
Redaktionsleiter

Oh du fröhliche …

Liebe Leserinnen und Leser, wir hatten zwar während der Arbeit an diesem Heft noch die Möglichkeit, goldene Oktobertage zu genießen und ein wenig Sonne zu tanken, aber Weihnachten ist schon allgegenwärtig.

Daher ist diese Ausgabe mal wieder etwas umfangreicher geworden und alle zusätzlichen Seiten laufen im Bereich »Tipps«. Seien Sie also gespannt auf zahlreiche neue Produkte, einen ausführlichen Teleskoptest (Meades LightBridge-Dobsons, S. 58), neue Software zur Bearbeitung von Astrofotos (RegiStax 4, S. 67) und natürlich den genauen Blick unter die Haube des neuen Redshift 6 (Screenshot, S. 76), das diesem Heft in Form der »Starter Edition« beiliegt.

Redshift ist wohl das bekannteste Planetariumsprogramm auf dem Markt. Der einzige Wermutstropfen – auch für die Rechner in der Redaktion: Es läuft nur auf Windows-PCs. Aber vielleicht ändert sich das ja mit Version 7 …

Ein weiteres Produkt konnten wir schon vor dem Verkaufsstart unter die Lupe nehmen, den SkyScout. Nein, nicht das Kartenwerk von unserem »Feldstecher«-Experten Lambert Spix, sondern das Gerät von Celestron, den »galaktischen Reiseführer«. So groß wie ein Camcorder, verrät er Ihnen, welches Himmelsobjekt Sie gerade im Visier haben. Oder Sie stellen ein Ziel auf dem Display ein und die Pfeile im Okular führen Sie so lange in die entsprechende Richtung, bis das Gewünschte im Sucher auftaucht. Technospielzeug oder echte Astrodidaktik? Lesen Sie unser Neuheiten-Spezial (S. 82) und urteilen Sie selbst!

Das Urteil, das die bisherigen Teilnehmer unserer Internetumfrage zu den neuen Webseiten abgegeben haben, fällt erfreulich positiv aus. Doch auf diesen Lorbeeren ruhen wir uns keinesfalls aus, sondern arbeiten mit Hochdruck weiter an neuen Funktionen und Bereichen, wie – jetzt online – den SZENEnews und den Kleinanzeigen. Letztere sind neuerdings ein gemeinsamer Pool mit den Astro-Anzeigen unseres Schwestermagazins Sterne und Weltraum. Die Annoncen sind auf den Webseiten für alle Leser kostenlos, die in den gedruckten Ausgaben – wie bisher – für die Abonnenten.

Viel Spaß beim Schenken und Beschenktwerden, Ihr

Zaubert den Sternhimmel auf Ihren Computerbildschirm: Redshift 6

SkyScout – nur ein Spielzeug oder der Sextant des 21. Jahrhunderts?

INHALT

WISSEN

Astro News 10
Mond ohne Wasser, Titan ohne Meer, amerikanisches Entdeckerteam ohne Entdeckung u. v. m.

▶ **Prager Planetensturz** 16
Warum die Astronomen den Pluto herabsetzten – ein Insiderbericht

▶ **Schwarze Löcher** 24
Auf der Suche nach den Mittelgewichten unter diesen Exoten

▶ **Der Grüne Blitz** 30
Über ein seltenes Farbschauspiel kurz vor Sonnenuntergang

Der Himmel auf Erden 36
Zu Besuch bei den Großsternwarten in Chile

BEOBACHTUNG

Schauplatz Mond 42
Welche Geheimnisse bergen die Rillen auf unserem Trabanten?

Planetarium 44
Andromeda – eine Sagengestalt am Himmel

Sterntafel 46
Der mitternächtliche Himmel in der Übersicht

Deep Sky 48
Zwischen Kassiopeia und Perseus erwarten Sie reizvolle Sternhaufen

Feldstechertipp 50
Ein Wasserfall aus Sternen: Kembles Kaskade

SZENE

Alle Jahre wieder … 52
Auch in Planetarien weihnachtet es sehr – in ihren Vorführungen beleuchten sie das berühmte Himmelsphänomen: den Stern von Bethlehem

TIPPS

AH-Junior 54
Sonja und Lunic erkunden die Venus

▶ **Testreport** 58
Die neuen LightBridge-Teleskope von Meade sind die ersten Gitterrohr-Dobsons für den Massenmarkt

Die auf der Titelseite angekündigten Themen sind mit ▲ gekennzeichnet

Reise zu den Sternen 36

Chile ist das Mekka der Astronomen: Begleiten Sie unseren Reporter auf seiner Reise zu den größten Teleskopen der Welt

TITEL 24

S & T, CASEY B. REED

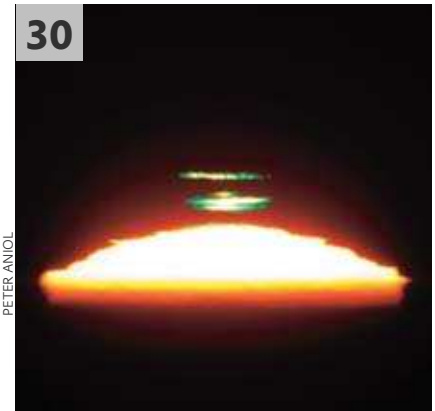
Schwarze Löcher faszinieren die Menschen. Bislang haben Astronomen nur ganz große und ganz kleine gefunden – wo ist die Mittelklasse?

16

IAU, MARTIN KORNMESSER

Lebe wohl, Pluto

Seit diesem Sommer ist der einstmals neunte Planet keiner mehr. Lesen Sie, warum der kleine Himmelskörper seinen Rang verlor



30

PETER ANIOL

wis
wissenschaft in die schulen!

Grüne Sonne

Der Sonnenuntergang ist nicht immer rot: Gelegentlich blitzt am oberen Rand der Scheibe ein grüner Saum auf

CARNEGIE OBS., CARNEGIE INSTITUTION WASHINGTON

35 & 76

Heimplanetarium

Redshift 6 bringt den Sternhimmel auf Ihren Computer. Als exklusive Beilage finden Sie in dieser Ausgabe die Starter-Edition des brandneuen Planetariumsprogramms sowie einen Test der Vollversion

USM

Die Sterne in der Hand

82

Mit dem SkyScout bringt Celestron eine ganz neue Geräteklasse für Astronomie-Einsteiger auf den Markt. ASTRONOMIE HEUTE hatte Gelegenheit, sich eines der ersten Geräte anzusehen

CELESTRON

54

Auf zur Venus!

Sonja und Lunic besuchen unseren Schwesterplaneten und wundern sich über den seltsamen Kalender der Venusianer

AH, EMDE-GRAFIK

TIPPS

Astrofotografie 67
Die neue Version von RegiStax besticht mit hilfreichen Funktionen

Glanzlichter 70
Mond- und Sonnenfinsternisse

Hochglanz 74
Zaubern mit Photoshop-Ebenen

▶ **Screenshot** 76
Redshift 6 im Test

Neuheiten 80
Teleskope für den Gabentisch

Neuheiten-Spezial 82
Der SkyScout von Celestron

Bücher 84
Jahrbücher für jeden Bedarf

TV & Events 86
Der Veranstaltungsüberblick

3 Editorial • 8 Leserbriefe • 9 Leser fragen – Experten antworten • 88 Preisrätsel • 89 Astromarkt • 90 Vorschau / Impressum

Titelbild: Die Galaxie M 82 beherbergt zahlreiche superhelle Röntgenquellen. Verstecken sich hier etwa mittelschwere Schwarze Löcher?

Titelmotiv: großes Foto (M 82): Nasa / Esa; rechts unten: S & T, Dennis di Cicco

AUS DER REDAKTION

Jahrbücher für 2007

Gleich zwei astronomische Jahrbücher bieten wir Ihnen 2007 an: »Ahnerts Astronomisches Jahrbuch 2007« für den fortgeschrittenen Amateurastronomen und »Der Himmel 2007« für alle Neueinsteiger in das faszinierende Hobby Astronomie. Sie erhalten beide Jahrbücher im gut sortierten Buchhandel oder über www.spektrum.de/lesershop

NEUHEITEN

AH-Spezial

»Wunder des Weltalls« ist ein opulenter Bildband, in dem wir Ihnen die besten Aufnahmen aus dem reichen Fundus von Nasa, Esa und Co. präsentieren

Spektrum Dossier

Die Geschichte der arabisch-europäischen Astronomie zeigt, dass der Erfindung des Teleskops bereits andere Umwälzungen vorausgingen

Sterne und Weltraum

Themen: Die japanische Raumsonde Hayabusa untersucht den Kleinplaneten Itokawa; Jagd auf das Schwarze Loch im Zentrum unserer Milchstraße; ein Radioteleskop-Bausatz für Schulen und Amateurastronomen

Kosmopod

KOSMOpod
STERNE UND WELTRAUM
ASTRONOMIE HEUTE

Das Neueste aus den Redaktionen von ASTRONOMIE HEUTE und Sterne und Weltraum finden Sie auch als Audiofile unter www.kosmopod.de

Wundervolles Weltall

Wie jeden Herbst präsentieren wir Ihnen mit »Wunder des Weltalls« auch dieses Jahr wieder eine Auswahl der schönsten Aufnahmen aus Astronomie und Raumfahrt

Astronomie vor Galilei

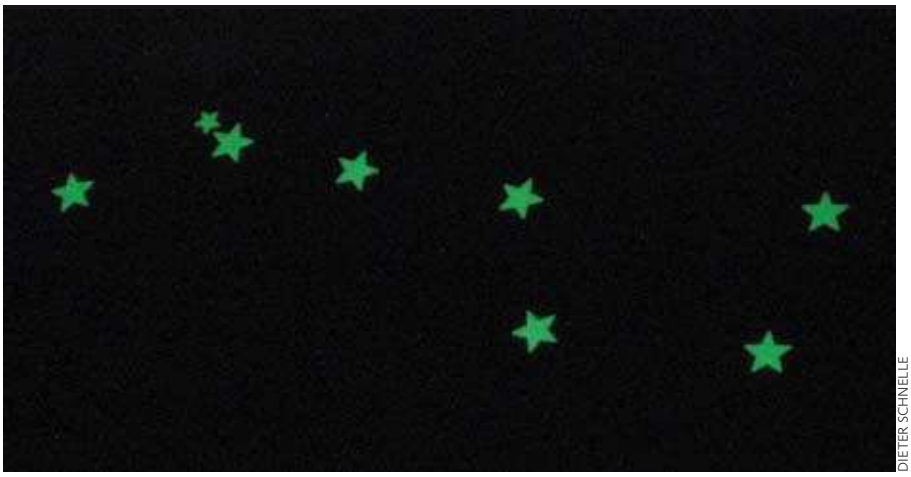
Nachdem Galileo Galilei im Herbst 1609 sein kleines Teleskop zum Himmel richtete, war für Astronomen nichts mehr so wie vorher. Doch auch vor Galilei gab es »Revolutionen im Denken«, die unser heutiges Bild vom Universum prägen

Ein Kleinplanet unter der Lupe

Titelthema unserer Schwesterzeitschrift Sterne und Weltraum ist diesmal die Mission der japanischen Raumsonde Hayabusa zum Kleinplaneten Itokawa. Weitere Themen siehe links. Die Dezemberausgabe von Sterne und Weltraum ist ab dem 21. November am Kiosk erhältlich

Kalender für 2007

Das neue Jahr steht vor der Tür und damit wird es höchste Zeit, an einen neuen Kalender zu denken. Auch 2007 präsentieren Ihnen die Redaktionen der Zeitschriften ASTRONOMIE HEUTE und Sterne und Weltraum wieder die schönsten Aufnahmen spektakulärer Himmelsereignisse im Kalender »Himmel und Erde«! Zu beziehen über www.spektrum.de/lesershop



DIETER SCHNELLE

Unterm Sternhimmel schlafen ab jetzt die Kinder von Dieter Schnelle. Unser Leser holte den Großen Wagen mit Leuchtsternen in ihr Zimmer.

Großer Wagen im Kinderzimmer

Seit einiger Zeit bin ich begeisterter Abonnent Ihres Magazins. Mir und speziell auch meinen beiden Kindern gefällt in jüngster Zeit besonders Ihre Rubrik »Lunic und Sonja«.

Um den Kleinen die Faszination der Astronomie näher zu bringen, hatte ich nach ersten gemeinsamen realen Beobachtungen am Sternhimmel die Idee, den großen Wagen ins (nächtliche) Kinderzimmer zu holen – mit käuflich zu erwerbenden Leuchtsternen! Und wenn schon, dann natürlich auch astronomisch korrekt, das heißt mit Mizar und Alkor! An die Ausdehnung auf weitere Sternbilder wird zurzeit bereits gedacht.

Dieter Schnelle, per E-Mail

Vielseitiger Pfarrer

»Die Himmelsmechaniker«
AH 11/2006, S. 26

Die Liste der Himmelsmechaniker, die Orrerys gebaut haben, möchte ich um einen Namen erweitern: Philipp Matthäus Hahn (1739–1790) war Pfarrer im schwäbischen Kornwestheim und ein begabter Mechaniker, Mathematiker und Astronom. In seiner Gemeinde gründete er eine Heim- und Kleinindustrie für feinmechanische Präzisionsgeräte wie Waagen, Kompasse und Uhren. In seiner eigenen Werkstatt baute er mehrere »Weltmaschinen«, für die er schon zu Lebzeiten so viel Bewunderung erntete, dass es ihm selbst peinlich war.

Auch glückte ihm, was dem genialen Leibniz lebenslang nicht gelungen war: der Bau einer zuverlässig funktionierenden Rechenmaschine für alle vier Grundrechenarten. Er konnte sich dabei auf eine ganze Reihe kundiger Mechaniker verlassen, die seine konstruktiven Ideen umsetzten.

Hans Reinhard Rapp, Hermannsburg

Zwerg oder doch Planet?

»Zwölf Planeten? Von wegen!«
AH 10/2006, S. 8

Die Diskussion um die Festlegung, was denn nun ein Planet ist und was nicht, habe ich mit großem Interesse verfolgt und denke, dass die gefundene Acht-Planeten-Lösung praktikabel ist.

Was ich aber auf jeden Fall für falsch halte, ist, bestimmte Objekte wie Pluto oder Ceres als Zwergplaneten zu bezeichnen. So wie ein Zwergpinscher ein Pinscher ist und eine Riesenpizza eine Pizza, so wären dann auch diese Objekte Planeten, und das ist sicher nicht gewollt. Dadurch kommt man zu inkonsistenten Definitionen oder zu sehr viel mehr als acht Planeten.

Dr. Reinhold Lühmann, Singen

Richtig oder falsch?

Jupiter ist zirka zwölfmal so groß wie die Erde und hat die 318-fache Masse. Trotzdem ist seine Dichte geringer als die der Erde. Wie ist diese Masse zu erklären, wo doch Jupiter wie alle großen Planeten großenteils aus gefrorenem Gas besteht?

Außerdem habe ich gelesen, dass alle Einzelsterne als Supernova explodieren. In einem anderen Buch steht aber, nur massereiche Sonnen würden auf diese Weise enden. Geht unsere Sonne nach dem Stadium eines Roten Riesen nun mit oder ohne Explosion in einen Weißen Zwerg über?

Rolf-Dieter Boller, Mülheim

Antwort der Redaktion:
Die Aussage, dass Jupiter etwa zwölfmal größer als die Erde ist, bezieht sich auf seinen Radius (oder Durchmesser). Für die Dichte ist aber das Volumen relevant. Jupiter hat im Vergleich zur Erde etwa das 1700-fache Volumen, aber nur dreihundertmal mehr Masse. Seine (mittlere) Dichte entspricht daher nur 18,5 Prozent der Dichte der Erde.

Als Supernova bezeichnet man die Explosion massereicher Sterne. Zwergsterne wie unsere Sonne blähen sich gegen Ende ihres Lebens zwar zu einem Roten Riesen auf, stoßen dann aber ihre äußere Hülle gemächlich ab. Diese entwickelt sich zu einem Planetarischen Nebel. In dessen Zentrum entsteht ein Weißer Zwerg, der langsam auskühlt.

Weitere Einsendungen finden Sie auf unserer Homepage!

Sie können Ihre Leserbriefe im Internet unter www.astronomie-heute.de in ein Formular direkt unter dem jeweiligen Artikel eintragen. Den Artikel erreichen Sie über die Menüeinträge »Aktuelle Ausgabe« (Inhaltsverzeichnis), »Archiv« (Heftverzeichnis) oder durch Anklicken des Covers der Ausgabe.

Falls Sie Anregungen haben, können Sie diese unter www.astronomie-heute.de/leserbriefe eingeben. Oder Sie schreiben wie bisher per Post, Fax oder E-Mail an:

ASTRONOMIE HEUTE
Postfach 10 48 40
69038 Heidelberg
Fax: 06221 9126-769
E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de

Wir behalten uns vor, Leserbriefe gekürzt zu veröffentlichen.

»Leser fragen – Experten antworten«

Sind alle Mondkrater Meteoriteneinschüsse – manche so tief, dass Magma herausquillt – oder gibt es auf dem Mond auch richtige Vulkankrater?

Guillermo Tenenbaum, Mendoza, Argentinien

Bis zu den Flügen der Apollo-Astronauten war nicht bekannt, ob die Krater auf der Mondoberfläche vulkanischen Ursprungs sind oder von Meteoriten stammen. Heute wissen wir, dass es sich bei ihnen ohne Ausnahme um Einschlagkrater handelt. Davor ging man davon aus, dass Vulkane die Mondoberfläche geformt hätten.

Der bekannteste Verfechter der Einschlagtheorie, Eugene Shoemaker, hatte schon im Jahr 1960 entdeckt, dass das Nördlinger Ries in Süddeutschland ein 15 Millionen Jahre alter Meteoriteneinschlagkrater und nicht etwa vulkanischen Ursprungs ist. Shoemaker hatte einen sehr großen Einfluss sowohl auf die Auswahl der Proben, die vom Mond mitgenommen wurden, als auch auf die geologische Ausbildung der Astronauten. Mit Hilfe der von den Apollo-Missionen zur Erde gebrachten Steine und Shoemakers Annahmen konnte zweifelsfrei festgestellt werden, dass alle Krater des Monds durch Meteoriteneinschläge entstanden sind.

Dennoch gab es auf dem Erdtrabanten auch Vulkanismus. Dieser unterscheidet sich deutlich von dem auf der Erde. Der Mond besitzt keine großen Vulkane wie zum Beispiel den Ätna auf Sizilien. Es gibt jedoch weite Flächen basaltischer Lava, die die Mondoberfläche bedecken. Da die ersten Astronomen fälschlicherweise annahmen, dass es sich bei diesen Ebenen um Meere handele, bezeichneten sie diese nach dem Lateinischen für Meer als Mare (Mehrzahl Maria).

Außer den Maria findet man auf dem Mond auch kleinere vulkanische Strukturen, die wohl am ehesten Vulkankratern entsprechen: Lavaröhren, Dome, Ablagerungen und Aufwerfungen. Ein gutes Beispiel dafür ist der Gruithuisen-Dom im nordwestlichen Mare Imbrium. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass zwar alle Mondkrater durch Meteoriteneinschläge entstanden sind, der Vulkanismus bei der Bildung der Mondoberfläche aber eine wichtige Rolle spielte.

>> Markus Landgraf

Der Autor arbeitet beim Europäischen Raumfahrtkontrollzentrum Esoc in Darmstadt.

NASA

Kuppelartige Dome sind Überreste des früheren Mondvulkanismus.

Senden Sie uns Ihre Fragen zu Astronomie und Raumfahrt! Wir bitten Experten um kompetente Antworten und stellen die interessantesten Beiträge vor.

PLANETOLOGIE

Saturn im Gegenlicht

Mitte September gelangen der Raumsonde Cassini faszinierende Aufnahmen der Saturnringe. Aus Cassinis Sicht verbarg sich die Sonne hinter dem Planeten und strahlte seine Ringe rückseitig an. Die beteiligten Wissenschaftler präsentierten die Aufnahmen auf der Konferenz der Planetenwissenschaften der Amerikanischen Astronomischen Gesellschaft (American Astronomical Society, AAS).

Wegen der besonderen Beleuchtung gelang es den Forschern, zwei neue Ringe um den Saturn zu entdecken. Sie hoffen, darin einen oder mehrere kleine Monde aufzuspüren. Die Erforschung solcher Himmelskörper könnte neue Hinweise auf die Entstehung der Saturntrabanten liefern.

Auf den Infrarotbildern erscheinen die Ringe in unterschiedlichen Farben. Dies ist ein Anzeichen dafür, dass die mikroskopisch kleinen Partikel darin verschiedene Größen besitzen. Möglicherweise treten auch unterschiedliche Materialien in den Ringen auf. So wären außer Eis und Staubteilchen noch andere Bestandteile denkbar.

Ferner fanden die Forscher wellenähnliche Verformungen im D-Ring, dem innersten der Saturnringe. Eine frühere Kollision mit einem Kometen oder einem Asteroiden könnte dieses Muster verursacht haben, vermuten die Wissenschaftler. Sie datierten den Zusammenstoß mit Hilfe der verfügbaren Daten auf das Jahr 1984. <<

Im Glorienschein präsentiert sich der Ringplanet Saturn.

NASA, JPL / SSI

ASTROPHYSIK

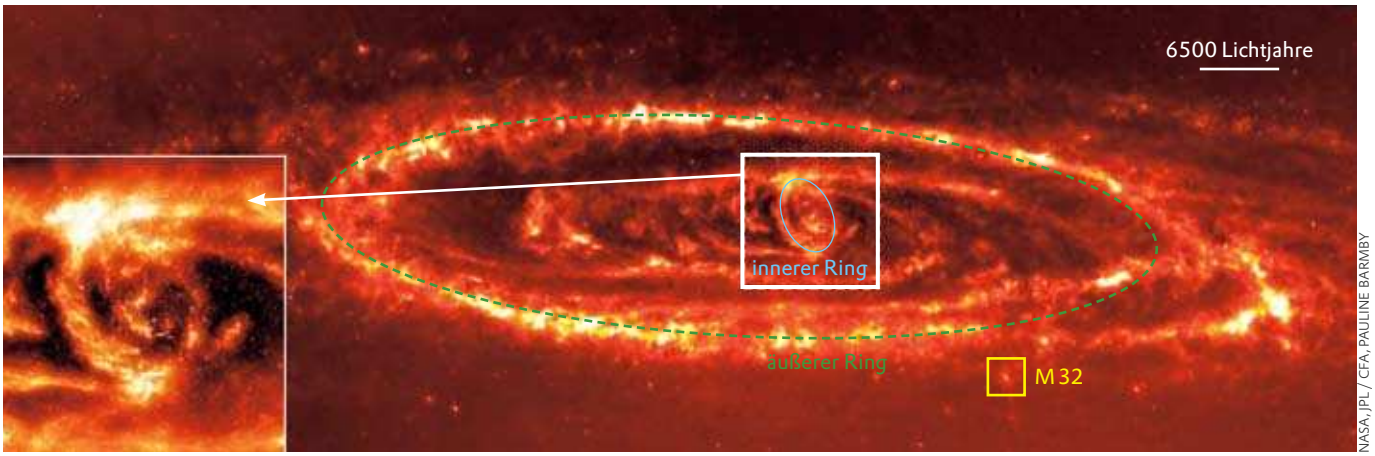
Andromeda-Galaxie mit Kollisionsspuren

Die Spiralgalaxie M 31, besser bekannt als Andromedanebel, stieß vor etwa 210 Millionen Jahren nahezu frontal mit einer anderen Galaxie zusammen. Zu diesem Ergebnis kamen Astronomen um David Block von der University of the Witwatersrand in Südafrika, als sie die Verteilung der Sterne und des interstellaren Mediums in unserer Nachbargalaxie untersuchten.

Auf Infrarotaufnahmen des Weltraumteleskops Spitzer entdeckten die Forscher im Andromedanebel einen asymmetrischen Staubring, dessen Mittelpunkt etwa 1600 Lichtjahre neben dem Galaxienkern liegt. Ein ähnlicher asymmetrischer Ring ist schon seit Längerem bekannt, allerdings besitzt dieser die achtfache Größe des jetzt entdeckten. Block und seine Kollegen deuten beide Ringe als Dichtewellen, die sich in der galaktischen Scheibe ausbreiten. Computersimulationen legen nahe, dass die heute benachbarte Zwerggalaxie M 32 einst das Zentrum der Andromeda-Galaxie durchdrang und dabei die Druckwellen erzeugte.

Die ungewöhnliche Struktur von M 31 war den Forschern schon lange ein Rätsel. Ihre äußere Scheibe erscheint im sichtbaren Licht und im Bereich der Radiowellen verzerrt. Die neuen Simulationen können erklären, warum das so ist. <<

Verräterische Staubringe im Andromedanebel zeugen von einem kosmischen Rendezvous mit der Zwerggalaxie M 32.



NASA, JPL / CFA, PAULINE BARMBY

MONDFORSCHUNG

Kein Wasser auf dem Erdtrabanten?

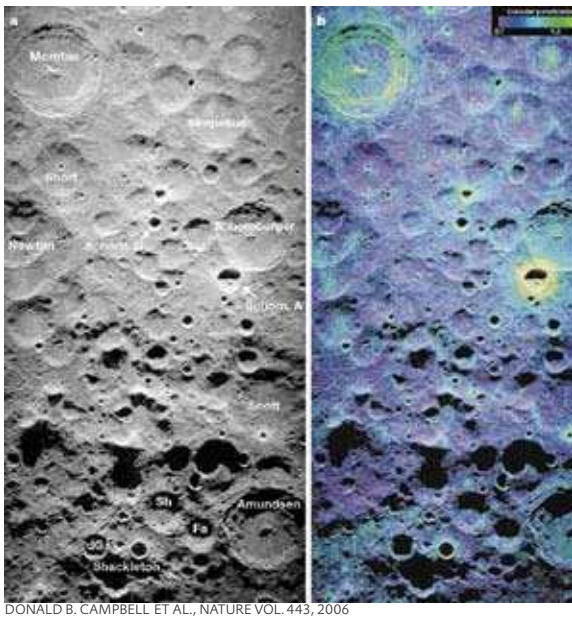
Vermutlich befindet sich in den Kratern am Südpol des Monds kein Wassereis – oder zumindest deutlich weniger als bislang erhofft. Darauf deuten neue Messungen hin, die jetzt in der Fachzeitschrift »Nature« veröffentlicht wurden.

Der US-Astronom Donald Campbell (Cornell University, New York) und seine Kollegen erstellten die bislang höchstaufgelösten Radarbilder des Erdtrabanten. Mit Hilfe des Arecibo-Radioteleskops auf Puerto Rico sendeten die Forscher Radarsignale zum lunaren Südpol. Die Reflexionen dieser Signale fingen sie mit dem Green-Bank-Teleskop in West Virginia ein. Die Wissenschaftler prüften, ob die zurückgeworfenen Pulse in derselben Weise polarisiert waren wie die ausgesendeten. Falls ja, wäre dies ein Hinweis auf die Existenz von Wassereis in den fraglichen Gebieten.

Ähnliche Untersuchungen hatten früher ergeben, dass sich im Shackleton-Krater nahe dem lunaren Südpol große Mengen gefrorenen Wassers befinden könnten. Campbells Team nahm die Senke erneut unter die Lupe, aber auch andere Gebiete auf dem Mond. Sie bestätigten, dass aus dem dunklen Innern des Kraters verdächtige Signale eintreffen. Allerdings kamen die gleichen Signale auch aus Gegenden, die im Sonnenlicht liegen. Die Forscher folgern, dass nicht Wassereis die charakteristische Reflexion verursacht, sondern raues Gestein.

Zahlreiche Wissenschaftler hatten bisher – gestützt auf Radarmessungen – spekuliert, dass es in den Polgebieten des Monds gefrorenes Wasser geben könnte, weil sich dort Krater befinden, deren Inneres in ewiger Dunkelheit liegt. Bestärkt wurden diese Vermutungen 1998 durch die amerikanische Sonde Lunar Prospector, die in jenen Gebieten hohe Wasserstoffkonzentrationen nachwies. In Mondgegenden allerdings, die dem Sonnenlicht ausgesetzt sind, können sich Eisreservoirs nicht halten, so die gängige Meinung der Forscher.

Die neuen Erkenntnisse dürften sich auf die amerikanischen Pläne zur Errichtung einer Mondbasis auswirken. Deren Bewohner würden Wasser benötigen. Falls sie es auf dem Mond nicht finden, müssten sie von der Erde aus damit versorgt werden – was viel teurer wäre als eine Erschließung vor Ort. <<



Südpolkarten aus Radaraufnahmen: Polarisierende Eigenschaften der Oberfläche (rechts) könnten Wasser verraten.

DONALD B. CAMPBELL ET AL., NATURE VOL. 443, 2006

EXOPLANETEN

Wo die Sonne nie untergeht

Um den fernen Stern Ypsilon Andromedae (υ And) kreist ein Planet, dessen eine Hälfte in ewigem Licht und die andere in ewigem Dunkel liegt. Dies bewirkt auf dem Himmelskörper extreme Temperaturunterschiede von etwa 1400 Grad, wie Wissenschaftler um den Astronomen Joseph Harrington (University of Central Florida, Orlando) herausfanden. Es ist das erste Mal, dass auf einem Exoplanten ein so starker Wärmegradient festgestellt wurde.

Der Planet vollführt eine gebundene Rotation: Er kehrt seinem Zentralstern stets dieselbe Seite zu – ähnlich wie der Mond der Erde immer die gleiche Hemisphäre präsentiert. Dadurch geht die Sonne über seiner Taghälfte niemals unter und über der Nachthälfte niemals auf.

Die Wissenschaftler werteten 168 Fotos aus, die das Weltraumteleskop Spitzer aufgenommen hatte. Die Bilder waren jeweils drei Sekunden lang belichtet und über einen Zeitraum von viereinhalb Tagen eingefangen worden. In der Zeitrechnung des Planeten, der vermutlich etwa drei Viertel der Masse unseres Jupiters besitzt, entspricht dies fast einem Jahr. Denn auf seiner engen Umlaufbahn benötigt er nur 4,6 Erdtage, um seinen Stern einmal zu umkreisen.

Nur etwa ein Zehntel des gesammelten Infrarotlichts stammte von dem Exoplaneten, der Rest von seiner Sonne. Dennoch reichte die Messgenauigkeit, um den Unterschied zwischen der Tag- und der Nachtseite des Planeten zu erkennen. Offenbar leitet er die auf der Sonnenseite empfangene Wärme kaum in seine dunklen Gegenden weiter. Die Durchschnittstemperaturen auf dem Himmelskörper sind daher extrem unterschiedlich: Auf der Tagseite betragen sie im Schnitt 1500, auf der Nachtseite 100 Grad Celsius. <<

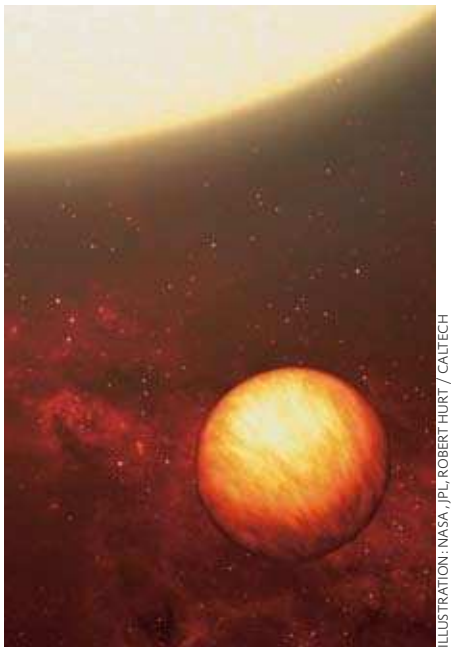


ILLUSTRATION: NASA, JPL, ROBERT HURT / CALTECH

Ein heißer Jupiter umkreist den Stern Ypsilon Andromedae und bietet recht unterschiedliche Temperaturen. Raumfahrer, die von der Nacht- auf die Tagseite schritten, würden in kürzester Zeit verdampfen.

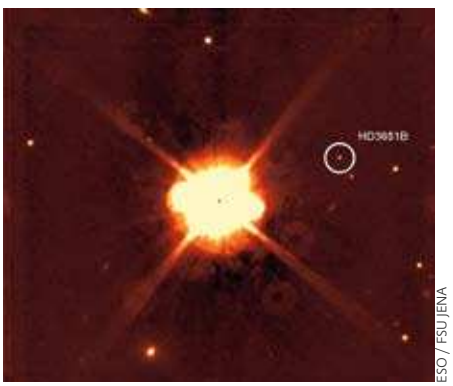
STERNBEGLEITER

Falsche Lorbeeren

Kürzlich meldete das California Institute of Technology, seine Forscher hätten mit dem Weltraumteleskop Spitzer einen Braunen Zwerg entdeckt, der um den 36 Lichtjahre entfernten Stern HD 3651 kreist. Das entsprach nicht ganz den Tatsachen. Wie die Europäische Südsternwarte (Eso) jetzt bekannt gab, haben deutsche Astronomen das Objekt mit der Bezeichnung HD 3651B bereits 2003 gefunden.

Markus Mugrauer und Ralph Neuhäuser (beide vom Astrophysikalischen Institut Jena), Andreas Seifahrt (Eso) und Tsevi Mazeh (Tel Aviv University) fiel der schwach leuchtende Punkt erstmals vor drei Jahren auf. Sie entdeckten ihn auf Aufnahmen vom 3,8-Meter-Ukirt-Teleskop. Nachfolgebeobachtungen mit dem New Technology Telescope der Eso auf La Silla (S. 36) bestätigten, dass es sich bei dem Braunen Zwerg um einen echten Begleiter des sonnenähnlichen Sterns HD 3651 handelt.

Genau genommen ist das Objekt ein T-Zwerg mit einer Oberflächentemperatur von 500 bis 600 Grad Celsius. Die Wissenschaftler schätzen seine Masse auf zwanzig bis sechzig Jupitermassen und seine Leuchtkraft auf ein Dreihunderttausendstel derjenigen unserer Sonne. Der T-Zwerg ist 16-mal weiter von seinem Zentralgestirn entfernt als Neptun von der Sonne. <<



ESO / FSU JENA

Um die gelbe Sonne läuft der T-Zwerg HD 3651B – das bestätigt eine Serie solcher Aufnahmen.

RAUMFAHRT

MetOp-A ist im All

Der europäische Wettersatellit MetOp-A ist erfolgreich gestartet. Am 19. Oktober brachte ihn eine Sojus-2-Trägerrakete ins All.

MetOp-A ist der erste Vertreter der neuen europäischen Wettersatelliten. Sie sollen aus einer Höhe von etwa 800 Kilometern die Erdatmosphäre untersuchen. Wissenschaftler erhoffen sich davon verbesserte Wettervorhersagen und ein tieferes Verständnis des weltweiten Klimawandels.

Auf seiner Umlaufbahn umrundet MetOp-A die Erde 14-mal täglich von Pol zu Pol. Dabei überquert er den Äquator immer um dieselbe Ortszeit. Er hat ein gutes Dutzend Messgeräte an Bord, darunter ein Infrarot-Interferometer zur Messung von Temperatur- und Wasserdampf in der Atmosphäre, ein Spektrometer zur Überwachung der Ozon- und Spurengaskonzentration, ein Radargerät zur Messung von Windgeschwindigkeiten über den Ozeanen sowie ein Radiometer zur Abbildung der Wolkendecke sowie der Wasser- und Landflächen. <<

SATURNMONDE

Kein Ozean auf Titan

Der Saturnmond Titan ist vermutlich von einer kilometertiefen Staubschicht aus Smog und Ethan bedeckt. Das schreibt der US-Astronom Donald Hunten in der Fachzeitschrift »Nature«. Er erklärt damit, warum sich auf Titans Oberfläche keine Ozeane nachweisen lassen.

Bis vor Kurzem nahmen die meisten Forscher an, dass auf dem Saturnmond große Meere aus Ethan existieren müssten. Radaruntersuchungen hatten diesen Verdacht bestätigt. Aber die Messungen des europäischen Landers Huygens im Jahr 2005 ergaben keine Anzeichen auf größere Flüssigkeitsreservoirs. Auch andere optische Untersuchungen konnten solche Anzeichen nicht finden.

Für die Wissenschaftler ist das rätselhaft. Schätzungen zufolge müsste es auf dem Titan genug Ethan geben, um den gesamten Mond mit einem kilometertiefen Ozean zu bedecken. Doch wo steckt es?

Es kondensierte in winzigen, staubähnlichen Partikeln, schlägt Hunten vor. Er beruft sich auf Messungen der Galileo-Sonde am Jupiter. Wegen der niedrigen Temperaturen auf Titan (minus 180 Grad Celsius) lagerte sich das Ethan mit anderen Kohlenwasserstoffen zu Klümpchen zusammen, die etwa ein zehntausendstel Millimeter groß sind. Diese Klümpchen wiederum bildeten Flocken mit einem Durchmesser von wenigen tausendstel Millimetern.

Im Lauf der Zeit seien Unmengen dieser Flocken auf den Saturnmond gesunken und bedeckten diesen heute in einer 2,6 Kilometer dicken Schicht. Das würde auch die Dünen erklären, die die Raumsonde Cassini dort entdeckt hat. <<

NASA / ESA / U. ARIZONA

Wüste Welt Das Ethan auf Titan liegt wohl nicht flüssig, sondern flockig vor.

ENTFERNUNGSMESSUNG

Standardkerze ohne Standard?

Eine Forschergruppe um den Astronomen Andrew Howell von der Universität Toronto fand kürzlich eine ungewöhnlich helle Supernova vom Typ Ia. Vier Milliarden Lichtjahre von der Erde entfernt und inmitten einer Galaxie, leuchtete die Sternexplosion SNLS-03D3bb doppelt so hell wie ihre bisher beobachteten Geschwister. Ia-Supernovae haben normalerweise sehr ähnliche Leuchtstärken, weshalb die Astronomen sie als Standardkerzen zur Entfernungsbestimmung benutzen.

SNLS-03D3bb fiel den Forschern auch dadurch auf, dass sich die von ihr ausgeworfene Materie viel langsamer bewegte als bei anderen Ia-Supernovae. Dies erklären Howell und seine Kollegen damit, dass sie für den Vorgängerstern die zweifache Sonnenmasse veranschlagen. Damit läge er deutlich über der Chandrasekhar-Grenze von 1,4 Sonnenmassen und dürfte laut Theorie gar nicht stabil sein. Womöglich bewahrte eine sehr schnelle Rotation den übergewichtigen Zwerg vor dem Gravitationskollaps. Denkbar wäre, dass er aus der Verschmelzung zweier Weißer Zwerge hervorgegangen ist.

Die Untersuchungen an SNLS-03D3bb werfen die Frage auf, wie zuverlässig die Entfernungsbestimmung mit Hilfe von Ia-Supernovae ist. Andrew Howell und seine Kollegen meinen, dass die Methode grundsätzlich verlässliche Ergebnisse liefert. Allerdings müsse man in Zukunft vorsichtiger sein und ungewöhnliche Supernovae vom Typ Ia eingehend prüfen. Denn eines, so die Wissenschaftler, sei sicher: SNLS-03D3bb ist als Standardkerze nicht zu gebrauchen. <<

Große Auswahl, kompetente Beratung, guter Service!

Aber damit geht es bei uns erst los! Bevor wir zu einem bestimmten Kauf raten, wollen wir sicher sein, Ihnen auch wirklich das Optimum des Verfügbaren in Bezug auf Ihre Bedürfnisse, Größe, Transportabilität, Qualität und Preis aus der Vielzahl der Marktanbieter herausgesucht zu haben. Wir stellen auf Wunsch das Instrument nicht nur auf, sondern wir weisen ein, beraten beim Zubehör, geben Ihnen Beobachtungstipps, ja wir beobachten auf Wunsch sogar mit Ihnen, um Ihnen den Einstieg in Ihr neues Hobby so angenehm und so einfach wie nur möglich zu machen.

Und wenn's denn eine eigene Sternwarte sein soll, haben wir auch die passenden Beobachtungs-Kuppeln dazu. Von 2,3m über 3,2m bis 4m als preisgünstige Standardmaße und darüberhinaus als Sonderanfertigung bieten wir unsere Kuppeln nun bereits seit vielen Jahren in Europa an. GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff) als aus dem Bootsbau bekanntes und bewährtes Material bietet sich für Kuppeln ideal an. Unsere GFK Astro-Kuppeln sind mehrteilige, verwindungssteife und formschöne Kuppelkonstruktionen aus Glasfaser-Polyesterkunststoff mit einem Kopfüber-Schiebetor und einer

NEU: 20x80 Groß-Fernglas mit Panorama-Montierung und Stativ - ***jetzt nur € 929,00!***

Sehr gute Qualität!

Ausstell-Horizontklappe (Größen ab 5m können alternativ mit seitlich verschiebbaren Toren hergestellt werden – wie zB. „Mount Palomar").

Profitieren Sie von der über 20-jährigen Erfahrung unserer Mitarbeiter, sprechen Sie mit unseren Fachkräften und vereinbaren Sie einen unverbindlichen Beratungstermin in unserem Ausstellungsraum. Wir freuen uns darauf, Sie bei uns begrüßen zu dürfen!

Viele weitere interessante Produkte sowie eine aktuelle Schnäppchenliste mit günstigen Angeboten finden Sie im Internet unter **www.astrocom.de**!

ASTROCOM GmbH/Abt. 3 • Fraunhoferstraße 14
D-82152 MÜNCHEN-Martinsried
☎ ☺ (089) 8583 660 • Fax (089) 8583 6677
eMail: service@astrocom.de • www.astrocom.de

AUSZEICHNUNG

Nobelpreis für Erforschung der Hintergrundstrahlung

Der diesjährige Nobelpreis für Physik ging an die US-Astrophysiker John Mather und George Smoot. Sie erhielten die Auszeichnung für die Erforschung der kosmischen Hintergrundstrahlung. **>> Maike Pollmann**

Vor etwa vierzig Jahren entdeckten Astronomen zufällig ein Signal in ihren Radioteleskopen, das sich keinem Objekt am Himmel zuordnen ließ. Es schien aus allen Richtungen mit der gleichen Intensität zu kommen – unabhängig von der Tages- oder Jahreszeit. Die Beobachtungen ließen nur einen Schluss zu: Das Universum selbst strahlt.

Das klingt zunächst vielleicht seltsam, wird aber durch die Urknalltheorie erklärt. Diese besagt, dass unser Universum aus einem extrem heißen und dichten Zustand hervorging. Zu Anfang lag die gewöhnliche Materie in Form eines Plasmas vor, das vorwiegend aus freien Elektronen und Protonen bestand. Auch Photonen, die Quanten der elektromagnetischen Strahlung, existierten schon. Allerdings konnten sie sich nicht ungehindert in dem heißen Plasma bewegen, da sie immer wieder an den freien Elektronen streuten. Das Universum war undurchsichtig.

Doch das junge Weltall expandierte und kühlte allmählich ab. Nach 400 000 Jahren hatte sich eine Temperatur von etwa 3000 Grad Celsius eingestellt und die Elektronen und Protonen des Plasmas schlossen sich zu neutralen Atomen zusammen. Die Photonen, nun ohne Hindernisse, breiteten sich fortan im All aus. Genau diese ersten freien Lichtquanten sind es, die als Relikt jener lang vergangenen Zeit gleichförmig aus dem All auf die Erde treffen.

Die Wellenlänge dieser Photonen hat seither zugenommen, weil der Raum, durch den sie reisen, sich fortwährend ausdehnt. Die einstmals energiereiche Strahlung hat sich dadurch bis heute in den Mikrowellenbereich verschoben. Da diese Hintergrundstrahlung aus den ältesten Photonen besteht, die mit einem Teleskop empfangen werden können, hilft sie, die Anfänge und Entwicklung des Universums zu verstehen. 1989 ließen Wissenschaftler der Nasa, darunter Mather und Smoot, den Mikrowellenhintergrund von dem Satelliten Cobe (Cosmic Background Explorer) präzise vermessen und erhielten damit ein Abbild des jungen Universums.

Mather, leitender Astrophysiker am Goddard Space Flight Center der Nasa (GSFC) in Maryland, zeigte, dass der heute empfangene Hintergrund exakt mit der Wärmestrahlung eines Schwarzkörpers übereinstimmt. Das emittierte Spektrum weist ein charakteristisches Muster auf, das nur von der Temperatur des Körpers – in diesem Fall des frühen Universums – abhängt. Die heute empfangene Strahlung entspricht einer Temperatur von etwa drei Grad über dem absoluten Nullpunkt.

Smoot, der an der University of California in Berkeley arbeitet, untersuchte die räumlichen Temperaturschwankungen in der eintreffenden Strahlung, die sich als enorm winzig herausstellten. Sie spiegeln geringfügige Verdichtungen in der sonst gleichförmig verteilten Urmaterie wieder, die sich später zu Galaxien, Sternen und anderen Strukturen im Weltall entwickelten.

Die Ergebnisse der beiden Physiker markieren dem Nobelkomitee zufolge die Anfänge der Kosmologie als exakte Wissenschaft. Dank dieser Messungen ließen sich kosmologische Parameter wie der Anteil an Dunkler Materie eingrenzen oder Aussagen über die Geometrie der Raumzeit treffen. In naher Zukunft sollen der europäischen Raumsonde Planck noch detailreichere Messungen des Mikrowellenhintergrunds gelingen.

Inoffiziell heißt es, die Auszeichnung diene auch der ideellen Unterstützung wissenschaftlicher Denkweisen, besonders im Hinblick auf bestimmte Tendenzen in den USA. Dort haben religiös-fundamentalistische Kreise an Einfluss gewonnen, die zahlreiche wissenschaftliche Erkenntnisse leugnen – besonders solche, die im Widerspruch zur wortgetreuen Auslegung der Bibel stehen. <<

NASA, GSFC

LBNL

Glückliche Preisträger John Mather (oben) und George Smoot erhalten von der Nobelstiftung umgerechnet 1,1 Millionen Euro für ihre Forschung.

Wir haben das komplette Sky-Watcher-Programm auf Lager! Hier nur einige Beispiele ...

Reflektoren

114/900 EQ-2	119,-	130/900 EQ-2	149,-
150/1200 EQ-3-2	249,-	200/1000 EQ-5	449,-

Refraktoren

120/600 AZ-3	349,-	102/1000 EQ-3-2	329,-

EQ-6-Geräte - optional mit GoTo

Die EQ-6 Montierungen bieten sehr hohe Stabilität - auch für die Astrofotografie! Upgradefähig auf GoTo.

Newton-Reflektor	254/1200 EQ-6	1289,-
Refraktor	150/1200 EQ-6	1289,-

NEU: Sky-Watcher ProSeries

mit HEQ-5 Pro Montierung mit SynTrek-GoTo

Spitzenoptiken auf stabilen Montierungen mit GoTo-Computersteuerung - alles in einem sehr edlen Design mit goldfarbenem Tubus!

Maksutov	150/1800 HEQ-5 Pro	1299,-
Maksutov	180/2700 HEQ-5 Pro	1999,-
ED-Refraktor	80/600 HEQ-5 Pro	1299,-
ED-Refraktor	100/900 HEQ-5 Pro	1599,-
ED-Refraktor	120/900 HEQ-5 Pro	2499,-

Variabler Farb- und Polarisationsfilter

*Wir können Ihnen eine **Weltneuheit** anbieten - ein variabler Farb-und Polarisationsfilter in einem - Dieser Filter **ersetzt über 8 Filter** und erspart so Platz und natürlich auch eine erhebliche finanzielle Investition - und das bei voller Abbildungsqualität.*

*Die Einstellungen sind stufenlos, Sie haben somit eine hohe Zahl verschiedener Filtermöglichkeiten: 1) Ein variabler **Polfilter** zur Helligkeitsreduzierung bei Mond und Planeten 2) Variable **Reduzierung des Farbfehlers** von Refraktoren 3) Stufenloser **Gelb-, Gelb/Grün- und Blaufilter**. Verwendbar an fast allen Teleskopen.* Sonderpreis 44,-

Zubehör-Koffer

Sparen Sie jetzt weit über 100,- € mit diesem einzigartigen Zubehör-Set!

nur 199,- €

Astronomische Geschenkideen

Astro-Poster - über 100 Motive aus DeepSky-, Planeten-, Sonnen- oder Erdaufnahmen	ab 9,90
Palazzi **Kalender 2007** - traumhaft schön!	39,80
Himmelsleuchtglobus mit Metallmeridian	14,90
Kosmos **Zimmerplanetarium**	44,90
Buch **"Atlas der Messierobjekte"** - einer der schönsten Bildbände über den Deep Sky mit vielen Infos	59,-
NEU: Drehbare **Sternkarte** von Interstellarum mit vielen Features	12,90

NEU: Sky-Watcher Equinox

Durch Einsatz von **ED-Glas** fast ohne Farbfehler, dafür scharf und kontrastreich. Okularauszug mit 1:10 Mikrountersetzung

ED 66 APO nur 379,- €

ED 80 APO nur 649,- €

NEU: EQ-6 Pro Montierung

*Diese neue Montierung von Sky-Watcher setzt **neue Maßstäbe** im moderaten Preisbereich! SynTrek GoTo-System, Stahlrohrstativ, Polsucher uvm.*

EQ6 Pro 1499,-

lieferbar ab Dezember 06

Weihnachtsaktion: MEADE DS-2060 AT

Dieses Einsteiger-Teleskop von MEADE bietet bereits eine **GoTo-Computersteuerung**, die Sie zu den interessantesten Himmelsobjekten führt - **1.400 Objekte** befinden sich dazu in der Datenbank!

Durch Einkauf in größerer Stückzahl können wir Ihnen dieses Teleskop zu einem absoluten **Sonderpreis** anbieten. nur 189,-

Im **Komplettpaket** mit Buch und Sternkarte nur 212,-

Astroshop.de

Der **Astronomie-Fachversand** mit dem riesigen Sortiment - in unserem komfortablen Online-Shop finden Sie **über 3000 Artikel**. Natürlich bieten wir auch eine **kompetente Beratung** durch unsere erfahrenen Mitarbeiter, die selber engagierte Hobby-Astronomen sind.

www.Astroshop.de

Bresser MESSIER

Hohe Qualität zum kleinen Preis!

Die Teleskope der neuen Bresser MESSIER Serie bieten große Optiken und stabile Montierungen - zu überraschend günstigen Preisen. Tuben aus Metall mit multivergüteten Optiken, **stabile Montierungen und Stahlstative** sowie 2"-Okularauszüge und leistungsfähige Sucher machen das Beobachten zu einem wirklich angenehmen Erlebnis. Mitgeliefert wird ein **umfangreiches Zubehör**, u.a. drei Plössl-Okulare, 2-fach-Barlowlinse und eine LED-Rotlichtlampe.

Reflektoren		Refraktoren	
N-130	225,-	R-90	245,-
N-150	395,-	R-102	475,-
N-203	495,-	R-127L	645,-
		R-127S	675,-
		R-152S	845,-

Beratung und Bestellung

E-Mail:	Service@Astroshop.de
Telefon:	+49-(0)8191-91597-3
Fax:	+49-(0)8191-91597-4

Ausstellungsräume in Landsberg bei München!

Eine große Auswahl an Ferngläsern!

Bresser Spezial Saturn 20x60	128,-
20x80 Großfernglas	129,-
20x80 Großfernglas Triplet mit Tragetasche	189,-
25x100 Großfernglas mit Tragetasche	299,-
Canon 18x50 mit Bildstabilisator	1379,-

Ferngläser für Tag- und Nachtbeobachtung:

Seben 7x50 Nachtaktiv	29,90
Bushnell Trophy 10x27	99,-
Bresser Spezial Zoomar 12-36x70	148,-
Bushnell Trophy 10x42	199,-
Leica Ultravid 12x50	1850,-

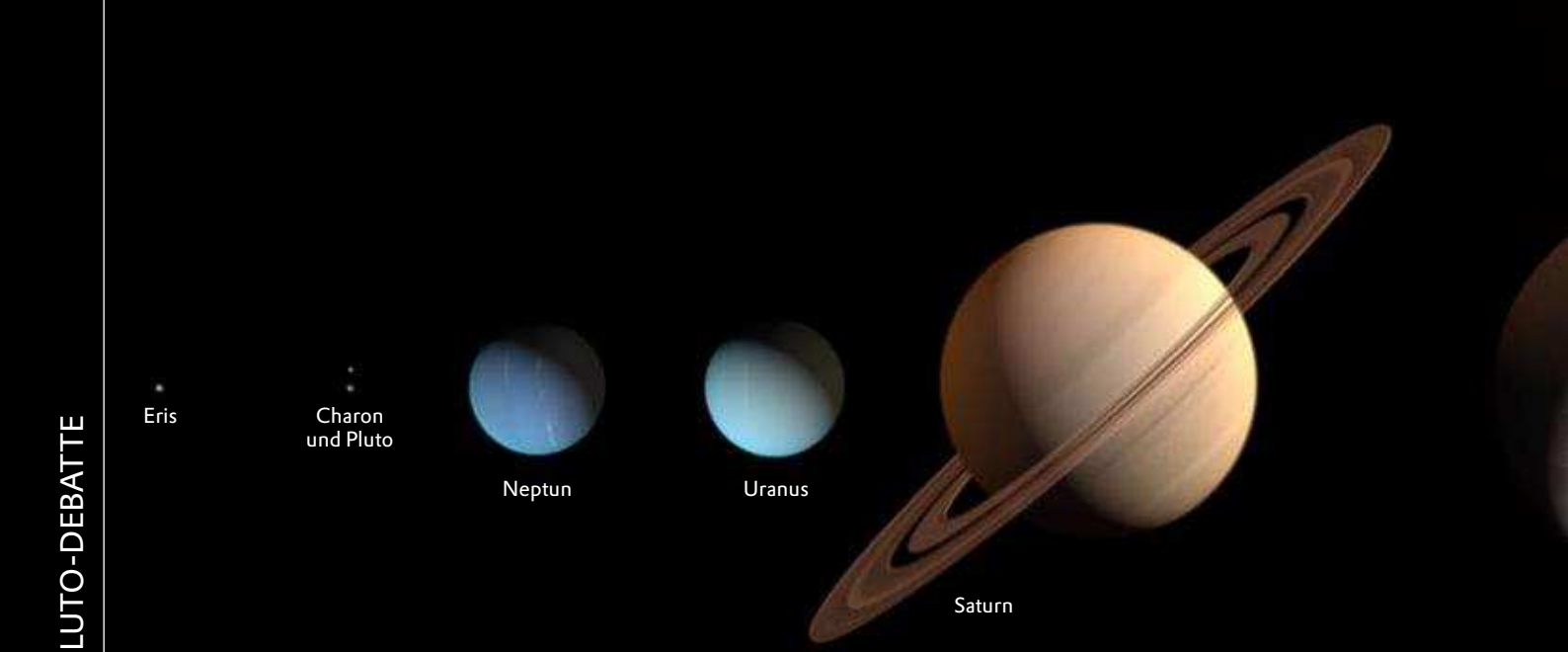
Unser großes ZUBEHÖR-Programm - schnell bestellt, schnell geliefert ...

Super-Plössl-Okulare von 6,3mm bis 40mm Brennweite	ab 29,-	2x-Barlow-Linse 1,25" achromatisch	19,90
Long-Eye-Okulare mit 20mm Augenabstand	ab 39,-	3x-Barlow-Linse 1,25" achromatisch	19,90
Ultra-Wide-Angel-Okulare von 6mm bis 20mm Brennweite mit 66° Eigengesichtsfeld	ab 49,-	2x-Barlow-Linse 1,25" mit Kamera-Adapter	39,90
2"-APEX-Okulare, multivergütet mit Gummiaugenmuscheln	ab 69,-	**Mondfilter - SONDERPREIS**	9,-
Elektronisches PC-Okular von Bresser	99,-	Alu-Koffer für Okulare u.a. Zubehör	39,90
		LED-Rotlichtlampe	9,90

2"-Okular-Sets

Besonders günstige 3er-Okular-Sets zum Sparen!

Reversed Kellner	99,-
Wide Angle	149,-



Der Prager Planetensturz

Die diesjährige Hauptversammlung der Internationalen Astronomischen Union erkannte Pluto seinen Planetenstatus ab. Was geschah dort wirklich? Ein Insider berichtet. **>> Owen Gingerich**

IAU, MARTIN KORNMESSER

Vor Kurzem leitete ich ein Komitee, das der Internationalen Astronomischen Union (IAU) empfehlen sollte, wie der Begriff »Planet« zu definieren sei. Nachdem es sich herumgesprochen hatte, dass ich den Vorsitz dieses Gremiums innehaben werde, kam ein Besucher mit einer eindringlichen Bitte zu mir. »Erkennen Sie Pluto den Planetenstatus nicht ab«, flehte er. »Kleine Kinder lieben Pluto. Es bricht ihnen das Herz, wenn Sie ihnen erzählen, er sei kein Planet.«

Am nächsten Tag kam ein anderer Besucher. »Pluto wäre niemals als Planet definiert worden, wenn die Astronomen bei seiner Entdeckung 1930 gewusst hätten, dass er kleiner und leichter ist als unser Mond«, sagte er. »Machen Sie diesen wissenschaftlichen Fehler nicht noch einmal.« Mir wurde sofort klar, dass mein Komitee in einem Spannungsfeld entgegengesetzter Meinungen arbeiten würde. Meinungen, die jeweils verteidigt würden von leidenschaftlichen Interessenvertretern. Doch nie hätte ich geahnt, dass dieser Konflikt sich derart zuspitzen würde!

Die Liste der Planeten hat sich im Lauf der Zeit mehrfach geändert. In der Antike kannte man sieben Wandelsterne – eine mystische Zahl. Dazu gehörten die Sonne, der Mond sowie die mit bloßem Auge sichtbaren Himmelskörper Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn. Im heliozentrischen System des Nikolaus Kopernikus gab es hingegen nur noch sechs Planeten. Sonne und Mond zählten nicht mehr dazu, dafür aber die Erde.

Der Horizont erweitert sich

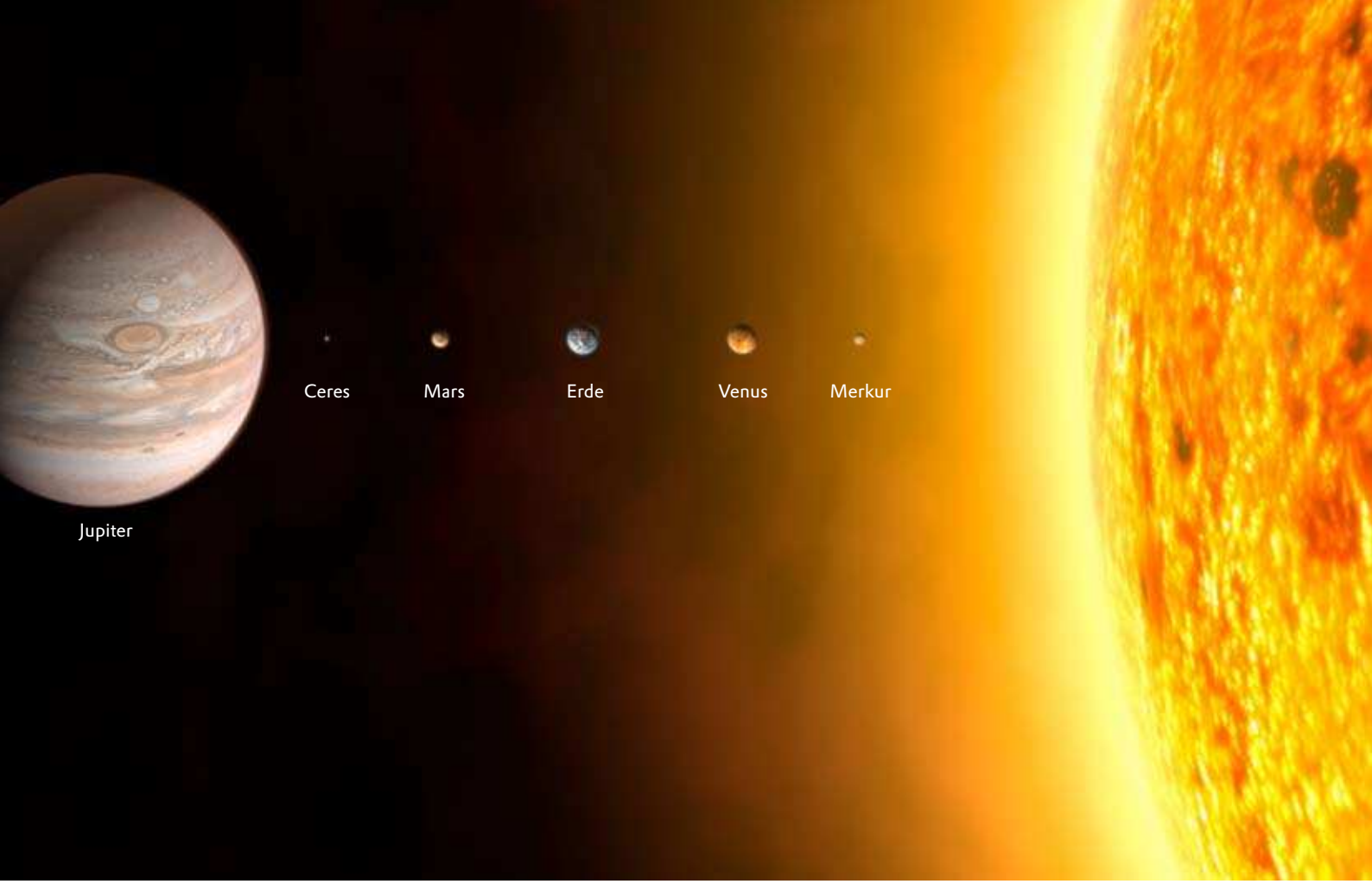
Als Galileo Galilei 1610 sein neues Fernglas (das damals noch nicht als Teleskop bezeichnet wurde) zum Jupiter richtete, entdeckte er vier kleine Himmelskörper in dessen Umlaufbahn. Er bat seinen Schutzherrn Cosimo de Medici darum, die Objekte nach ihm (dem Schutzherrn) benennen zu dürfen. Doch Johannes Kepler brachte kurz darauf die Bezeichnung »Satellit« für die neuen Körper ins Spiel. Seither sind sie als die vier Galileischen Monde bekannt.

Erst 1781 erweiterte sich die Liste der Planeten wieder. In diesem Jahr entdeckte William Herschel im Zuge seiner systematischen Himmelsdurchmusterung ein Objekt, das er zunächst für einen Kometen hielt. Später stellte sich heraus, dass es sich um einen neuen Wandelstern handelte. Nach jahrzehntelangen Debatten einigte man sich darauf, diesen Uranus zu nennen.

1801 erhob Giuseppe Piazzi den Himmelskörper Ceres in den Rang eines Planeten. Er war das zuerst entdeckte von zahlreichen Objekten, die zwischen Mars und Jupiter ihre Bahn um die Sonne ziehen. Herschel protestierte, er würde diese Gebilde als Asteroiden bezeichnen, denn auf Grund ihrer geringen Größe seien sie lediglich als punktförmige Lichtquellen auszumachen. Deshalb gebühre ihnen nicht der gleiche Rang wie seinem Planeten, der sich im Teleskop zu einer deutlich sichtbaren grünblauen Scheibe vergrößern lasse.

Herschels Sohn John gab sich großzügiger. In dem 1833 erschienen Vorläufer seiner »Outlines of Astronomy«, dem bedeutendsten astronomischen Lehrbuch des 19. Jahrhunderts, listet er elf Planeten geordnet nach ihrer Entfernung zur Sonne auf. Das sind: Merkur, Venus, Erde, Mars, Vesta, Juno, Ceres, Pallas, Jupiter, Saturn und Uranus. Die Entdeckung des Neptuns im Jahre 1846 machte das Dutzend voll.

Um die Mitte des 19. Jahrhunderts wurde jedoch klar, dass Asteroiden viel



zu zahlreich und viel zu klein sind, um als echte Planeten zu gelten. 1853 veröffentlichten die »Monthly Notices of the Royal Astronomical Society« eine Liste von 23 asteroidähnlichen Objekten unter der Bezeichnung »minor planets« (Kleinplaneten). Diese Bezeichnung fand später Eingang in den Namen »Minor Planet Center« (Zentrum für Kleinplaneten) – jener IAU-Organisation, die die Spuren von hunderttausenden heute bekannten Asteroiden dokumentiert.

1930 entdeckte Clyde Tombaugh den Pluto (siehe AH 7-8/2006, S. 16). Zunächst vermuteten die Astronomen, dass dieser ähnlich schwer ist wie die Erde. Das war eine grobe Überschätzung: In den folgenden Jahrzehnten stellte sich heraus, dass Pluto nicht einmal ein Hundertstel der Erdmasse besitzt. Und er offenbarte weitere Absonderlichkeiten. Seine Umlaufbahn ist gegenüber jener der anderen Planeten, der Ekliptik, um 17 Grad geneigt und derart exzentrisch, dass sein Abstand zur Sonne zwischen 4,4 und 7,3 Milliarden Kilometern schwankt.

Es ist unbestritten, dass Pluto sich von seinen inneren Nachbarn – den Gasriesen Uranus und Neptun – drastisch unterscheidet. Er hat so wenig mit ihnen gemein, dass ihn das New Yorker Hayden-Planetarium bewusst ausklammerte, als es dem Publikum eine Multimedia-Reise zu den Planeten präsentierte. Die Pluto-Fans waren empört, das Planetarium stand im Rampenlicht und die »New York Times« schrieb in einem Leitartikel, die Entthronung Plutos sei eine gute Idee – andernfalls würde die Liste der Planeten bald zu lang, als dass die Schüler sich die vielen Namen noch merken könnten.

Vorstoß in die Dritte Zone

1992 fanden Forscher einen weiteren Himmelskörper hinter der Neptunbahn und kurz darauf noch einen. Heute kennen wir Tausende von kleinen, vereisten Objekten, die jenseits des Neptuns im so genannten Kuiper-Gürtel kreisen (siehe AH 3/2004, S. 18). Mindestens hundert davon benötigen wie Pluto 248 Jahre für einen Sonnenumlauf. Das ist anderthalb Mal so lang wie die 165-jährige Umlaufzeit des Neptuns. Dessen Schwerkraft stabilisiert die Bahnen der plutoähnlichen Kuiper-Gürtel-Objekte, der »Plutinos«, in einer 3:2-Resonanz.

Im Jahr 2003 kam es zu einer bürokratischen Krise. Sie wurde ausgelöst durch die Entdeckung von zwei weiteren Kuiper-Gürtel-Objekten: Sedna (2003 UB_{12}), die fast so groß ist wie Pluto, und Eris (2003 UB_{313}), die den Pluto an Größe sogar übertrifft. Wenn Pluto als Planet gilt – warum dann nicht auch Sedna und Eris?

Zwölf Planeten gäbe es in unserem Sonnensystem, wenn sich der Vorschlag des IAU-Komitees unter Leitung des Autors durchgesetzt hätte. Neben den acht klassischen Wandelsternen wären dies der Asteroid Ceres, der Doppelplanet Pluto-Charon und das Kuiper-Gürtel-Objekt Eris.

Vor diesem Hintergrund traf ich mich im Juni 2006 mit sechs anderen Experten aus verschiedenen Ländern, um die Planetenfrage zu diskutieren. Wir versammelten uns in einem Konferenzsaal des Pariser Observatoriums, der einst zu den Pferdeställen Ludwigs XIV. gehörte.

Wo sollten wir ansetzen? Wir wussten, dass sich der Streit vor allem an Pluto entzünden würde. Einige Mitglieder des Komitees verteidigten dessen Status als Planet hartnäckig und wollten die Bezeichnung Planet auf alle vergleich- >

Spektrum
DER WISSENSCHAFT

Wissen aus erster Hand

Jetzt abonnieren!

Bei uns finden Sie das Wissen der Experten: kompetent, authentisch, verständlich.

Preisvorteil: Als Abonnent von ASTRONOMIE HEUTE erhalten Sie alle zehn Ausgaben pro Jahr zum Vorzugspreis von nur € 56,– (ermäßigter Preis auf Nachweis: € 50,–) inkl. Umsatzsteuer und Porto Inland geliefert. Bei Versand ins Ausland werden die Mehrkosten berechnet.

Zusätzlich erhalten Abonnenten kostenlosen Zugang zu unserem Online-Archiv mit über 1000 bereits in ASTRONOMIE HEUTE erschienenen Artikeln sowie die Möglichkeit, spektrum**direkt**, die Wissenschaftszeitung im Internet, günstiger zu abonnieren.

Als Dankeschön für Ihre Bestellung schenken wir Ihnen wahlweise die drehbare Sternkarte oder den Bildband »Wunder des Weltalls«.

Unser Dank für Ihre Bestellung:

Eine Bestellmöglichkeit finden Sie auf dem Beihefter oder unter:

www.astronomie-heute.de/abo

SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT Verlagsgesellschaft mbH | Slevogtstr. 3–5 | 69126 Heidelberg | Leserservice | Tel.: 06221 9126-743 | Fax: 06221 9126-751 | service@spektrum.com

> baren Objekte des Kuiper-Gürtels ausweiten. »Warum sollen Kinder nicht die Namen von fünfzig Planeten lernen?«, fragte ein Teilnehmer. »Schließlich büffeln sie auch die Namen von dutzenden Staaten samt ihren Hauptstädten.« Andere Mitglieder wollten Pluto degradieren, womöglich um den Astrologen eins auszuwischen. Und ganz sicher waren einige der Überzeugung, mit der Entfernung Plutos aus der Planetenliste würde ein wissenschaftlicher Irrtum korrigiert.

Was jedoch am wichtigsten war: Jeder zeigte sich davon überzeugt, dass der wissenschaftliche Fortschritt neue Sichtweisen eröffnet hatte, die in die Entscheidungen früherer Jahrhunderte nicht eingeflossen waren. Dieser Erkenntniszuwachs – da waren wir uns einig – erzwingt eine Neuausrichtung des Begriffs »Planet« für das 21. Jahrhundert. Daher wollten wir dem aktuellen Wissensstand in unseren Diskussionen höchste Bedeutung einräumen.

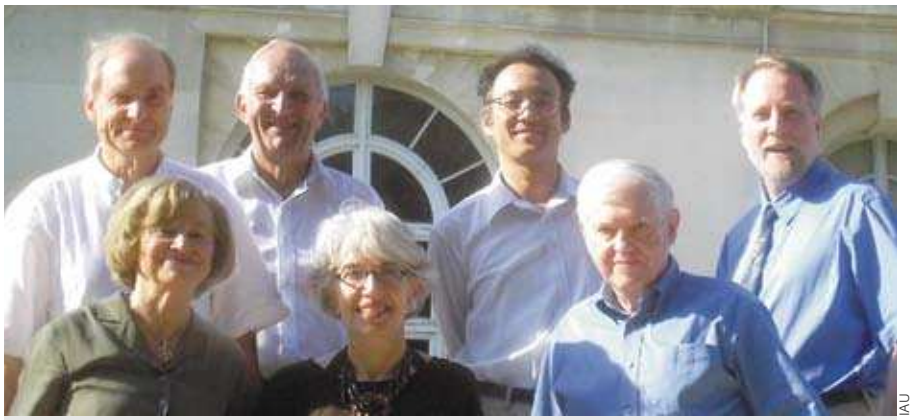
Rätselraten in Paris

Als Arbeitsgrundlage hatte ich einige Artikel zusammengestellt, manche davon historisch, andere wissenschaftlich. Nachdem wir das Material gesichtet hatten, warfen wir einen Blick auf die Liste der traditionellen Planeten, Transneptunobjekte und Asteroiden, geordnet nach ihrer Größe. Wir erwogen, ob es irgendwelche wissenschaftlich begründeten Unterschiede in ihrer Größenverteilung gibt. Konnten wir Himmelskörper ab einem bestimmten Mindestdurchmesser als Planeten definieren? Wenn ja, zählten Pluto und einige seiner Verwandten im Kuiper-Gürtel dazu oder nicht?

Als wir uns mit diesen Fragen herumschlugen, zogen wir auch die Ergebnisse eines 19-köpfigen IAU-Gremiums heran, das sich zuvor nach fast zweijährigem Ringen nicht auf eine Planetendefinition hatte einigen können. Nach intensiver Arbeit verließ uns allmählich der Mut. Wir waren nicht sehr zuversichtlich, unseren Weg durch das Labyrinth der Argumente zu finden und erfolgreicher zu sein als unsere Vorgänger.

S & T, RICHARD T. FIENBERG

Mit Knetmasse in den Händen zeigt der Planetenwissenschaftler Richard Binzel (Massachusetts Institute of Technology, USA) den Unterschied zwischen einem runden und einem unregelmäßig geformten Himmelskörper.



IAU

Das Komitee von links nach rechts: Andre Brahic (U. Paris), Catherine Cesarsky (Eso), Iwan Williams (Queen Mary U., London), Dava Sobel (US-Autorin), Junichi Watanabe (NAO Japan), Owen Gingerich (CfA, USA) und Richard Binzel (MIT, USA)

Als wir am nächsten Morgen wieder zusammenkamen, gestanden einige, eine unruhige Nacht verbracht zu haben. Würden es uns gelingen, eine Definition zu finden, die einer wissenschaftlichen und kulturellen Prüfung standhielt? Und dann, im Lauf des Tages, löste sich der gordische Knoten auf überraschende Weise. Unsere konträren Ausgangsstandpunkte liefen in einer unerwarteten Einmütigkeit zusammen.

Wie sich zeigte, lassen sich Planeten grundsätzlich mit zwei unterschiedlichen Ansätzen definieren. Der eine betrachtet Planeten als eine dynamisch wechselwirkende Gruppe von Himmelskörpern, die sich durch ihre Schwerkraft gegenseitig beeinflussen. Dieser Denkansatz brachte die Astronomen einst zu der Annahme, dass Pluto so massereich sein müsse wie die Erde. Damit ließen sich Unregelmäßigkeiten in den Umlaufbahnen von Neptun und Uranus erklären, die auf die Existenz eines Wandelsterns jenseits des Neptuns gedeutet hatten. Doch mit der Zeit stellten die Astronomen fest, dass die scheinbaren Bahnabweichungen der äußeren Planeten nur deshalb auftraten, weil sie Neptuns Masse falsch bestimmt hatten. Pluto wurde lediglich durch Zufall etwa dort entdeckt, wo sich der ominöse Transneptunplanet den »Unregelmäßigkeiten« zufolge hätte befinden sollen. Tatsächlich ist Pluto, verglichen mit den anderen Planeten, ein unbedeutendes Leichtgewicht.

Die Suche nach dem Besonderen

Etwa zu jener Zeit, als man die geringe Masse des Plutos erkannte, setzte die Ära der Raumfahrt ein. Sie brachte sagenhafte Aufnahmen von anderen Welten hervor. Wissenschaftler begannen sich für die physikalische Beschaffenheit der Himmelskörper zu interessieren. Sie fanden heraus, dass die Begleiter der Sonne sich extrem voneinander unterscheiden: Darunter befinden sich Gasplaneten wie Jupiter, gewaltige Steinkugeln, Felsbrocken, Schneebälle und Staub. Selbst die Grenze zwischen Asteroiden und Kometen verschwamm, als die Forscher Gebilde entdeckten, die Merkmale von beiden Objektklassen aufwiesen.

Unsere Aufgabe bestand nun darin, all dies zu berücksichtigen und eine Gruppe von Himmelskörpern auszusondern, die sich von anderen Objekten derart markant abgrenzen lassen, dass eine überwältigende Mehrheit der Astronomen sowie die Öffentlichkeit diese >

>als Planeten akzeptieren. Was wir brauchten, war ein physikalisches Unterscheidungsmerkmal, nicht eine willkürlich gewählte Trennungslinie.

Als wir an jenem Morgen das Problem erneut angingen, kamen wir überein, dass sich als ein objektives Kriterium die Rundheit eines Objekts eignete – ein Merkmal, mit dem sich auch Tomaten von Kartoffeln unterscheiden lassen. Ein Himmelsobjekt ist dann rund, wenn es über genügend Masse verfügt, dass seine Schwerkraft die mechanische Festigkeit seiner inneren Strukturen überwindet und das Gebilde in eine Kugelform zieht. Physiker bezeichnen diesen Zustand als hydrostatisches Gleichgewicht.

In einem Lehrbuch der Astronomie, das ich einst erstand, war Saturn in einer Badewanne schwimmend dargestellt. Ein anschaulicher Weg, um zu zeigen, dass seine durchschnittliche Dichte kleiner ist als die von Wasser. Doch eines Tages wies ein Gastdozent darauf hin, dass es physikalisch unmöglich sei, eine Badewanne zu bauen, die groß genug ist, um Saturn aufzunehmen – ihre Schwerkraft würde sie zu einer Kugel aus Porzellan und Stahl kollabieren lassen. Das hydrostatische Gleichgewicht!

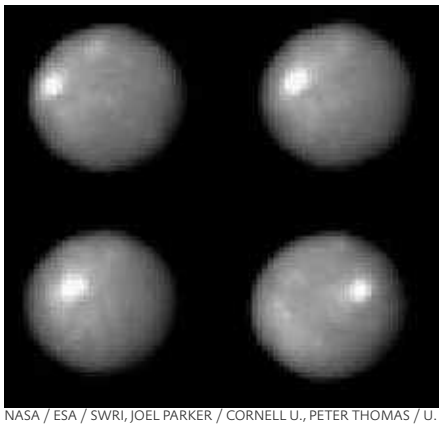
Wandelsterne im Miniformat

Bei Objekten aus Stein stellt es sich ein, wenn diese mehr als 0,1 Prozent der Erdmasse und mindestens 800 Kilometer Durchmesser besitzen. Bei Eisbrocken genügt bereits die Hälfte dieser Größe.

Eine wissenschaftliche Definition des Begriffs Planet, die auf der Rundheit basiert, schließt eine beachtliche Zahl von Plutos Verwandten ein – jene schmutzigen Eisbälle im Kuiper-Gürtel jenseits von Neptun. Genau wie Pluto haben diese Gebilde meist exzentrische, deutlich zur Ekliptik geneigte Umlaufbahnen, und sie alle sind erheblich kleiner als der Mond. Ja, auch das sind Planeten – aber von einem offensichtlich anderen Kaliber als die anderen acht.

An diesem Punkt der Diskussion kamen wir auf eine Idee zurück, die ich bereits am Vortag eingebracht hatte: Warum sollten wir solche Objekte nicht einfach Plutons nennen? Dieses kurze zweisilbige Wort ähnelt der Bezeichnung Planet und respektiert zudem Plutos Rolle als Prototyp einer neu definierten Klasse von Himmelskörpern. Ganz ähnlich bezieht sich ja das Wort Cepheid auf Delta Cephei, den Prototyp für veränderliche Sterne. Bald war das Komitee von meinem Vorschlag überzeugt. Der Name Pluton bewahrte die historische und kulturelle Verbindung zu Pluto und entfernte diesen gleichzeitig aus dem Pantheon der klassischen Planeten.

Wir sahen uns auf der Zielgeraden, aber noch nicht am Ende unserer Arbeit. Für unseren Beschluss, über den die Hauptversammlung der IAU Ende August in Prag abstimmen sollte, waren noch viele Einzelheiten zu klären. Vor allem aber beschäftigte uns das Problem, dass die von uns vorgeschlagene Definition auch auf den Kleinplaneten Ceres zutraf. Denn wie neuere Bilder aus dem All bestätigen, erfüllt er das Kriterium der Rundheit.



Nur wenige Festkörper in unserem Sonnensystem sind massereich genug, damit ihre Schwerkraft ihre inneren Festkörperkräfte überwindet und sie in sphärische Gestalt zwingt. Wie diese Aufnahmen belegen, besitzt der Asteroid Ceres (930 Kilometer Durchmesser) eindeutig Kugelform. Er wäre bei der IAU-Versammlung in Prag fast zum Planeten gekürt worden.

NASA / ESA / SWRI, JOEL PARKER / CORNELL U., PETER THOMAS / U. MARYLAND, LOUIS MC FADDEN

Sonderbehandlung

Die Definition für Plutons hatten wir bereits um das Kriterium der Umlaufzeit erweitert: Nur Objekte, die mindestens zweihundert Jahre benötigen, um die Sonne einmal zu umrunden, sollten in diese Gruppe fallen. Das ist dieselbe Grenze, die kurz- von langperiodischen Kometen trennt. Somit war Ceres eindeutig kein Pluton. Doch auch zum klassischen Planeten eignete er sich kaum, selbst wenn er im 19. Jahrhundert mehrere Jahrzehnte lang als solcher gegolten hatte. Deshalb schlugen wir zunächst vor, er sei als einsamer Zwergplanet zu bezeichnen, der inmitten der Felsbrocken des Asteroidengürtels zwischen Mars und Jupiter seine Bahn zieht.

In den Wochen vor der Hauptversammlung in Prag unterstützte die IAU eifrig unseren Beschluss. Doch die Verantwortlichen dachten auch über eine wirksame Strategie nach, unseren Vorschlag durch eine vermutlich ziemlich erhitzte Debatte zu lotsen. Sie befürchteten vor allem, dass Astronomen die Empfehlungen unserer Gruppe über unvoll-

IAU, LARS H. NIELSEN

Schicksalstag Bei der Abstimmung vom 24. August in Prag beschränkten die anwesenden Mitglieder der Internationalen Astronomischen Union das Sonnensystem auf acht Planeten und stuften Pluto zum Zwergplaneten herab.

ständige oder verzerrte Darstellungen in der Presse erfahren und sich von vornherein dagegen entscheiden würden. Deshalb hielten die IAU-Funktionäre unseren Entwurf bis zum 16. August geheim – dem Tag nach der Eröffnungszeremonie der Prager Versammlung.

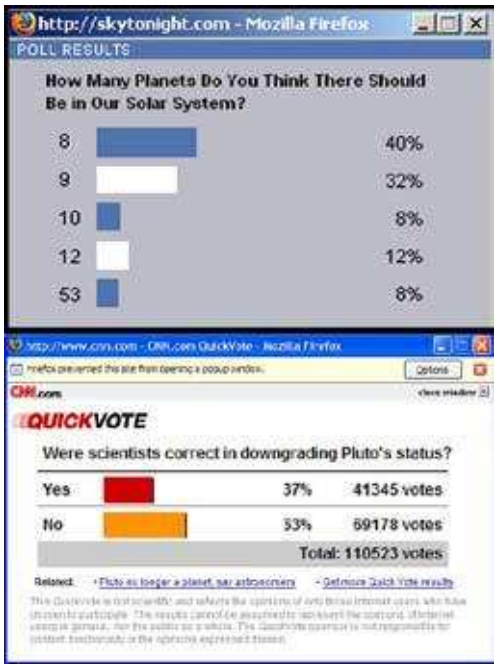
Reporter hatten bereits mitbekommen, dass die IAU über eine Definition des Planetenbegriffs abstimmen würde. Folgerichtig ging es im Pressesaal des Prager Konferenzzentrums wie in einem Bienenstock zu. Bei der Vorbereitung einer Pressemitteilung nahmen die Experten an, dass die Öffentlichkeit sich für die folgenden beiden Fragen interessieren würde: »Ist Pluto noch ein Planet?« und »Wie viele Planeten hat unser Sonnensystem jetzt?« Unser Komitee hatte nie ernsthaft nachgezählt, da wir genau wussten, dass im Lauf des Jahres noch ein paar Plutons hinzukommen würden. Leider gelang es mir nicht, die Autoren der Pressemitteilung davon zu überzeugen, einfach zu schreiben »acht klassische Planeten, Ceres und eine wachsende Zahl von Plutons«.

So stand in der offiziellen Presseerklärung, dass (die Zustimmung zum Beschluss vorausgesetzt) es insgesamt zwölf Planeten gäbe und Pluto weiterhin einer davon bleibe. Zu den traditionellen neun Planeten kämen: Ceres, Eris sowie Plutos größter Begleiter Charon. Weil das Massenzentrum des Pluto-Charon-Systems frei im Raum zwischen den beiden Himmelskörpern liegt, bilden die beiden tatsächlich einen Doppelplaneten.

Wir hatten einen strategischen Fehler gemacht. Das wurde uns bald klar. Ein paar Skeptiker sagten: »Ceres und Charon, wie bitte?« Und sie hackten auf diesen beiden Sonderfällen herum, bemäkelten, das Ganze sei zu kompliziert, insbesondere für Kinder. Die Presse – stets darauf bedacht, Kontroversen anzustacheln – fand bald Astronomen, die bereit waren, dieser Kritik zuzustimmen.

Und es gab noch mehr Ärger. Das Treffen der IAU-Abteilung für Planetologie (die Wissenschaft der Planetensysteme) am 18. August verlief zänkisch und laut, mit zahlreichen Einwürfen von Teilnehmern. Einige Forscher fühlten sich durch unsere strukturalistische Annäherung an das Problem übergangen. Sie legten einen Gegenentwurf vor, der eine weitere »dynamistische« Bedingung enthielt. Demnach muss ein Planet nicht nur rund sein, sondern auch »das dominierende Objekt in seiner örtlichen Populationszone«. Diese etwas vage Formulierung, so glaubten die »Dynamisten«, würde mit einem Schlag Ceres, Pluto und die anderen Eisbälle jenseits des Neptuns elimieren und nur acht Planeten übrig lassen.

Nicht zufrieden Viele Amateurastronomen und Laien hätten anders abgestimmt als die IAU-Versammlung. Das ergab eine – nicht nach wissenschaftlichen Kriterien – durchgeführte Internetbefragung.



In einer Meinungsumfrage erzielte weder unser ursprünglicher Entwurf noch der Alternativvorschlag eine Mehrheit. Lediglich in einem Punkt herrschte allgemeiner Konsens: Nachdem der italienische Astronom Andrea Milani eingeworfen hatte, dass in den romanischen Sprachen das Wort Pluton den Planeten Pluto selbst bezeichnet, lehnte es die überwältigende Mehrheit der Anwesenden ab, Pluton als Sammelbegriff für runde Objekte bescheidener Größe im Kuiper-Gürtel zu benutzen. (Unser siebenköpfiges Komitee war sich bewusst gewesen, dass es hier ein Problem geben könnte. Da aber die beiden französisch sprechenden Teilnehmer keine Einwände erhoben hatten, waren wir davon ausgegangen, auf der sicheren Seite zu sein. Wir hatten uns geirrt.)

Abstimmung in Häppchen

Am Spätnachmittag kamen einige Komitee-Mitglieder mit IAU-Präsident Ron Ekers und weiteren Funktionären zu einer Krisensitzung zusammen. Er sollte ausloten, ob sich unser Vorschlag so weit vereinfachen lasse, dass einige Einwände entkräftet würden. Zudem sollte dem Begriff Zwergplanet, den die Planetenwissenschaftler offensichtlich bevorzugten, eine größere Rolle eingeräumt werden. Ekers schlug vor, die zur Abstimmung stehende Resolution zu unterteilen. Er hoffte, jeder Abschnitt für sich würde eine Mehrheit erzielen. Wir einigten uns auf zwei Abschnitte:

1. Ein Planet ist ein Himmelskörper, der a) über genügend Masse verfügt, dass seine Eigengravitation die Festkörperkräfte überwindet, sodass er sein hydrostatisches Gleichgewicht einnimmt (eine nahezu runde Form), und b) sich in der Umlaufbahn eines Sterns befindet, ohne selbst ein Stern oder der Trabant eines Planeten zu sein.

2. In unserem Sonnensystem unterscheiden wir zwischen acht klassischen Planeten als den beherrschenden Objekten in ihrer lokalen Umgebung und mehreren Zwergplaneten, die dieses Kriterium nicht erfüllen.

Mittlerweile erhielt unser Vorschlag Rückendeckung von der weltweit größten Vereinigung von Planetenforschern, der Abteilung für Planetenwissenschaften der Amerikanischen Astronomischen Gesellschaft. Und als ich die überarbeitete Resolution am 22. August in einer offenen Versammlung der IAU präsentierte, zitierte ich aus einer Stellungnahme der »National Sharing the Sky Foundation«: »Diese Definition weist in die Zukunft (und) ist sehr wichtig für die öffentliche Wahrnehmung der Astronomie, insbesondere für Kinder in ihrem Versuch, die Welt um sich herum zu verstehen. Wir unterstützen ihre Anerkennung ganz entschieden.« Doch die Dynamisten blieben bei ihrer strikten Ablehnung einer Definition, die den Umlaufbahnen und der dynamischen Evolution des Sonnensystems keine besondere Rolle einräumte.

Noch einmal tagte unser Komitee mit den IAU-Funktionären, diesmal unter Beteiligung von zwei Vertretern der Opposition: Milani und Gonzalo Tancredi, einem Astronomen aus Uruguay. Beide bestanden darauf, dass es nicht ausreiche, die Dynamik des Planetensystems >

zweitrangig zu behandeln. Doch Ekers entgegnete, unsere überarbeitete Definition sei eindeutig ein Kompromiss; die Einführung eines in erster Linie dynamischen Kriteriums für den Begriff Planet käme einer 180-Grad-Kehrtwende gegenüber unserem Vorschlag gleich. Diesem zufolge bliebe Pluto weiterhin ein Planet, wenngleich von besonderer Kategorie. Mit dem Gegenvorschlag würde Pluto seinen Planetenstatus verlieren.

Ich schlug vor, die Wortwahl nochmals zu überarbeiten, um zum Ausdruck zu bringen, dass es unter den Planeten Schwergewichte gibt, die ihre Nachbarn stören, und Leichtgewichte ohne diese Eigenschaft. Doch die Kritiker wollten davon nichts wissen. Selbst Ceres beeinflusse die Erde, entgegneten sie, denn er zöge sie bei jeder Opposition einige Meter nach außen. Somit wurde hastig ein weiterer Entwurf vorbereitet, der die vagen und mehrdeutigen Worte »dominierendes Objekt in seiner örtlichen Populationszone« enthielt. Der Entwurf sollte in einer Fortsetzung der offenen Versammlung zur Debatte stehen. Die vorgeschlagene Definition wurde jetzt ausdrücklich auf unser Sonnensystem beschränkt, weil sich dessen dynamische Evolution nicht zwingend auf die Planetensysteme anderer Sterne übertragen lässt.

In der Versammlung stieß der überarbeitete Text offenbar auf allgemeine Zustimmung. Doch erneut lehnten die Teilnehmer ein Zugeständnis an Plutos historische Vergangenheit ab –, sie sprachen sich also dagegen aus, eine Sonderklasse von transneptunischen Objekten nach deren Prototyp Pluto zu benennen. Als ich nach langer Wartezeit das Mikrofon bekam, schlug ich vor, diese Klasse nicht Plutons, sondern Plutonier zu nennen – eine Idee, die von Donald Lubowich von der Hofstra University in New York kam.

JAY M. PASACHOFF / SCIENCE FACTION

Jocelyn Bell Burnell, Mitentdeckerin von Pulsaren, zeigt hier, dass der Begriff Planet sowohl klassische Wandelsterne wie Neptun (dargestellt durch einen Ballon) als auch Objekte wie Ceres und Pluto (dargestellt durch eine Schachtel mit Zerealien und ein Plüschtier) einschließen könnte. Doch die IAU beschloss, dass Zwergplaneten nicht zu den Planeten gehören sollen.

Ein Wörtchen macht den Unterschied

Als ich den Saal verließ, klingelte mein Mobiltelefon. Dennis Overbye, ehemaliger Mitarbeiter bei Sky & Telescope und jetzt einflussreicher Wissenschaftsautor für die »New York Times«, war am Apparat. »Es sieht ganz so aus, als habe Pluto seinen Planetenstatus verloren«, sagte ich ihm.

In dieser Nacht überlegte ich hin und her, welche Probleme dem Entwurf immer noch anhafteten. Allmählich erkannte ich, dass sich durch das Hinzufügen eines einzigen Worts ein wichtiges semantisches Problem lösen lässt. Würde man das Attribut klassisch verwenden, könnte man zwei Kategorien unterscheiden: klassische Planeten und Zwergplaneten. Die letzte Version des Textes, die ich gelesen hatte, definierte die beiden Begriffe in der Weise, dass ein »Zwergplanet« nicht zu den Planeten gehört. Ich hielt das für linguistisch absurd: Eine Zwergpinscher ist ein Pinscher und ein Zwergwal ist ein Wal, warum soll also ein Zwergplanet kein Planet sein? Die Astronomen leben bereits anderthalb Jahrhunderte mit Kleinplaneten, die sie nicht als Planeten ansehen; folgerichtig verwenden Laien diesen Begriff kaum. Jetzt bot sich uns die Chance, alles richtigzustellen – sowohl für die Astronomen als auch für die Öffentlichkeit.

Leider befand ich mich bereits auf dem Weg zum Flughafen mit einem Wo-

Definition von »Planet«: Wortlaut des Textes, den die IAU-Versammlung in Prag beschloss

Beobachtungen der jüngsten Zeit verändern unser Verständnis von Planetensystemen, und es ist wichtig, dass unsere Nomenklatur der Objekte unser gegenwärtiges Verständnis widerspiegelt. Das gilt besonders für die Bezeichnung »Planet«. Das Wort »Planet« bedeutete ursprünglich »Wanderer«, die nur als bewegliche Lichter am Himmel bekannt waren. Jüngste Entdeckungen veranlassten uns dazu, eine neue Definition zu schaffen, die wir auf Basis des gegenwärtig verfügbaren Wissens formulieren können.

Die IAU beschließt daher, dass »Planeten« und andere Himmelskörper in unserem Sonnensystem wie folgt in drei verschiedene Kategorien unterteilt werden:

1. Ein »Planet«[1] ist ein Himmelskörper, der a) sich in einer Umlaufbahn um die Sonne befindet, b) über ausreichend Masse verfügt, damit seine Eigengravitation die Festkörperkräfte überwindet, sodass er sein hydrostatisches Gleichgewicht (mit nahezu runder Form)[2] einnimmt, und c) die Umgebung seiner Umlaufbahn gereinigt hat.

2. Ein »Zwergplanet« ist ein Himmelskörper, der a) sich in einer Umlaufbahn um die Sonne befindet, b) über ausreichend Masse verfügt, damit seine Eigengravitation die Festkörperkräfte überwindet, sodass er sein hydrostatisches Gleichgewicht (mit nahezu runder Form) einnimmt, c) die Umgebung seiner Umlaufbahn nicht gereinigt hat und d) kein Mond ist.

3. Alle anderen Objekte[3] mit Ausnahme von Satelliten, die sich in einer Umlaufbahn um die Sonne befinden, werden gemeinsam als »Kleinkörper des Sonnensystems« bezeichnet.

Die IAU beschließt ferner, dass Pluto (…) ein »Zwergplanet« ist und als Prototyp einer neuen Kategorie von transneptunischen Objekten anerkannt wird. <<

[1] Die acht Planeten sind: Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun.

[2] Es wird ein IAU-Verfahren entwickelt werden, um Objekte im Grenzbereich entweder den Zwergplaneten oder anderen Kategorien zuzuordnen.

[3] Dazu gehören gegenwärtig die meisten Asteroiden des Sonnensystems, die meisten transneptunischen Objekte, Kometen und andere kleine Körper.

chen zuvor gebuchten Ticket, als ich realisierte, was für eine spannende Sache die anstehende Abstimmung sein würde. Per E-Mail schlug ich vor, in den Text der Definition das Attribut klassisch vor Planet einzufügen, sodass zwei Typen von Sonnenbegleitern definiert würden, die acht klassischen Planeten und die Zwergplaneten. Ceres, Pluto, Eris und andere runde Objekte von bescheidener Größe wären demnach Planeten – wenngleich von geringer Masse. Ich wiederholte auch meinen Einwand, die von den Dynamisten vorgeschlagene Definition sei sehr verwirrend.

Zwei Tage später, am 24. August, schaltete ich mich via Internet-Übertragung in die Abschlusssitzung der IAU-Generalversammlung. Voller Spannung verfolgte ich die Abstimmung: Jetzt würde die Entscheidung fallen. Ich war erfreut, als der Vorschlag kam, das Wort klassisch in die Definition zu nehmen – und betrübt, als er mit klarer Mehrheit abgelehnt wurde. Ich war schokiert, dass der Ausdruck »dominierendes Objekt in seiner örtlichen Populationszone« ersetzt worden war durch die schwammige und wissenschaftlich fragwürdige Phrase »Objekt, das die Nachbarschaft seiner Umlaufbahn gereinigt hat«. Und ich war enttäuscht, als der Sammelbegriff Plutonier in einer äußerst knappen Entscheidung durchfiel.

Wenige stimmen für viele

An dieser Stelle hielt Catherine Cesarsky eine beredte und leidenschaftliche Rede, wie wichtig kulturelle Sensibilität sei, um in der breiten Öffentlichkeit Verständnis und Unterstützung für die Astronomie zu gewinnen, doch es war zu spät. Die an der Abstimmung Beteiligten – eine winzige Minderheit der 2700 Astronomen, die an den Tagen zuvor das Konferenzzentrum betreten hatten – lehnten es ab, ihre Entscheidung nochmals zu überdenken. So als wollten sie die Angelegenheit einfach abgehakt haben und nach Hause gehen.

Doch der Gegenschlag ist bereits angerollt, während ich diesen Beitrag schreibe. Mark Sykes vom Planetary Science Institute bringt die Kritik wie folgt auf den Punkt: »Das Problem dieser Definition liegt darin, dass sie zu simpel ist und zu hirnrissigen Konsequenzen führt.« Tatsächlich schrieb eine schottische Zeitung bereits: »Die Auseinandersetzung um Pluto könnte zur Folge haben, dass Neptun seinen Planetenstatus verliert«, denn der riesige Neptun hat den Zwerg Pluto in seiner Umgebung noch nicht beseitigt. Welche Torheiten haben wir noch zu erwarten?

Unser Sonnensystem ist äußerst spannend und viel komplexer, als es der Astronom Percival Lowell sich jemals hätte träumen lassen, als er die Existenz eines Großplaneten jenseits des Neptuns vorhersagte. Unsere Teleskope und Raumschiffe haben uns faszinierende neue Perspektiven ermöglicht, die wir unseren Kindern als Erbe hinterlassen. Die fast 10 000 Mitglieder der Internationalen Astronomischen Union werden zweifelsohne einen großen Anteil daran haben, das Sonnensystem zu erforschen. Umso mehr ist es eine Schande, dass einige hundert bei dem Versuch gescheitert sind, es übersichtlich zu halten. <<

Der Astrophysiker und Wissenschaftshistoriker **Owen Gingerich** hatte den Vorsitz des IAU-Komitees zur Planetendefinition inne. Er ist emeritierter Professor am Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA).

PLANETARIUM HH

HAMBURG-
DAS TOR ZUM WELTALL

Derzeit unter anderem im Programm:

IN DIE TIEFEN DES UNIVERSUMS

STERNE DER PHARAONEN –
GÖTTER, GRÄBER UND GESTIRNE AM NIL

UNENDLICHE WEITEN –
VOM URKNALL ZUR ERDE

FASZINATION WELTALL –
HUBBLES NEUER KOSMOS

Unter der 21m-Sternenkuppel erwarten Sie 253 bequeme Liegesessel und ein weltweit einzigartiges Ensemble zur Simulation des Kosmos: ZEISS-Universarium 9, Evans&Sutherland DIGISTAR 3 mit digitaler 3d-Ganzkuppelprojektion, HB-Laser und Lobo TriDome-system sowie digitaler 5.1 Surround-Sound.

Planetarium Hamburg, Hindenburgstraße 1b, 22303 Hamburg, Karten unter Tel. 0 40 - 4 28 86 52 - 10, info@planetarium-hamburg.de, www.planetarium-hamburg.de

PLANETARIUM HAMBURG. DER HIMMEL AUF ERDEN.

Eine neue Gattung Schwarzer Löcher

Astronomen haben bislang ganz große und ganz kleine aufgespürt – aber gibt es nirgendwo welche mittlerer Größe?

>> Davide Castelvecchi

Prinzipiell lassen sich Schwarze Löcher jeder beliebigen Masse ganz einfach herstellen: Man stecke eine Menge Materie in ein Volumen, das klein genug ist – und schon sorgt die Schwerkraft dafür, dass es entsteht. Doch seit es Hinweise auf die Existenz dieser faszinierenden Himmelskörper gibt, fanden die Astronomen nur zwei Arten: einerseits die Leichen massereicher Sterne, die zwischen zwei und zwanzig Sonnenmassen enthalten, andererseits die Monster in den Galaxienkernen mit Millionen oder gar Milliarden Sonnenmassen. Seltsamerweise schien es in dem Bereich dazwischen keine zu geben. Doch die Natur lässt für gewöhnlich keine solch großen Lücken klaffen. Schließlich kann man die Massen von Galaxien, Sternhaufen, Sternen und Planeten als lückenlose Linie auftragen. Warum also sollten die Schwarzen Löcher gegen dieses universelle Prinzip verstoßen?

1979 stieß Giuseppina Fabbiano vom Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA) bei Beobachtungen mit dem Nasa-Röntgensatelliten Einstein erstmals auf Röntgenquellen in anderen Galaxien, die um einige Größenordnungen zu hell für stellare Schwarze Löcher waren. Und die Astronomen begannen sich zu fragen, ob dies vielleicht die bislang vermissten Objekte von hunderten oder tausenden Sonnenmassen sein könnten.

Seither entdeckten die Forscher mit dem japanischen Röntgensatelliten Asca, dem amerikanischen Chandra und Europas XMM-Newton zweihundert solcher ultrahellen Röntgenquellen (englisch Ultra-luminous X-ray sources, kurz ULXs). 1999 stieß Chandra in einem dichten Sternhaufen in der Galaxie M 82 im Großen Bären auf eine ungewöhnlich energiereiche: M 82 X-1 (Bilder S. 26). An Leuchtkraft übertrifft sie unsere Sonne um mehr als das Zehnmillionenfache. Viele Astronomen sind deshalb davon überzeugt, dass nur ein Masse akkretierendes, also ansaugendes Schwarzes Loch mit einigen tausend Sonnenmassen als Ursache für diese enorme Menge an Röntgenstrahlung in Frage kommt.

Wo sind die Mittelgewichtler?

Doch über die anderen ULXs wird heftig debattiert. Wie viele von ihnen sind tatsächlich Schwarze Löcher mittlerer Masse? Und sind diese IMBHs (englisch: intermediate mass black holes) zahlreich genug, um die Einführung einer neuen Klasse astronomischer Objekte zu rechtfertigen? Die Frage, ob im Universum auch heutzutage noch solche Mittelgewichtler entstehen, hat die Theoretiker auf den Plan gerufen: Sie suchen nach neuen, alternativen Mechanismen, wie die Natur solche Exoten produzieren könnte. Bilden sie sich etwa durch die Verschmelzung von Sternen in dichten Haufen?

Wenn wir diese Prozesse erst einmal verstehen, hilft uns das vielleicht auch die Frage zu beantworten, wie die supermassereichen Galaxienkerne im frühen Universum entstanden sind. Währenddessen bemühen sich die Beobachter, ihre Abschätzungen der Massen der ULXs zu verbessern und so die Skeptiker zu überzeugen.

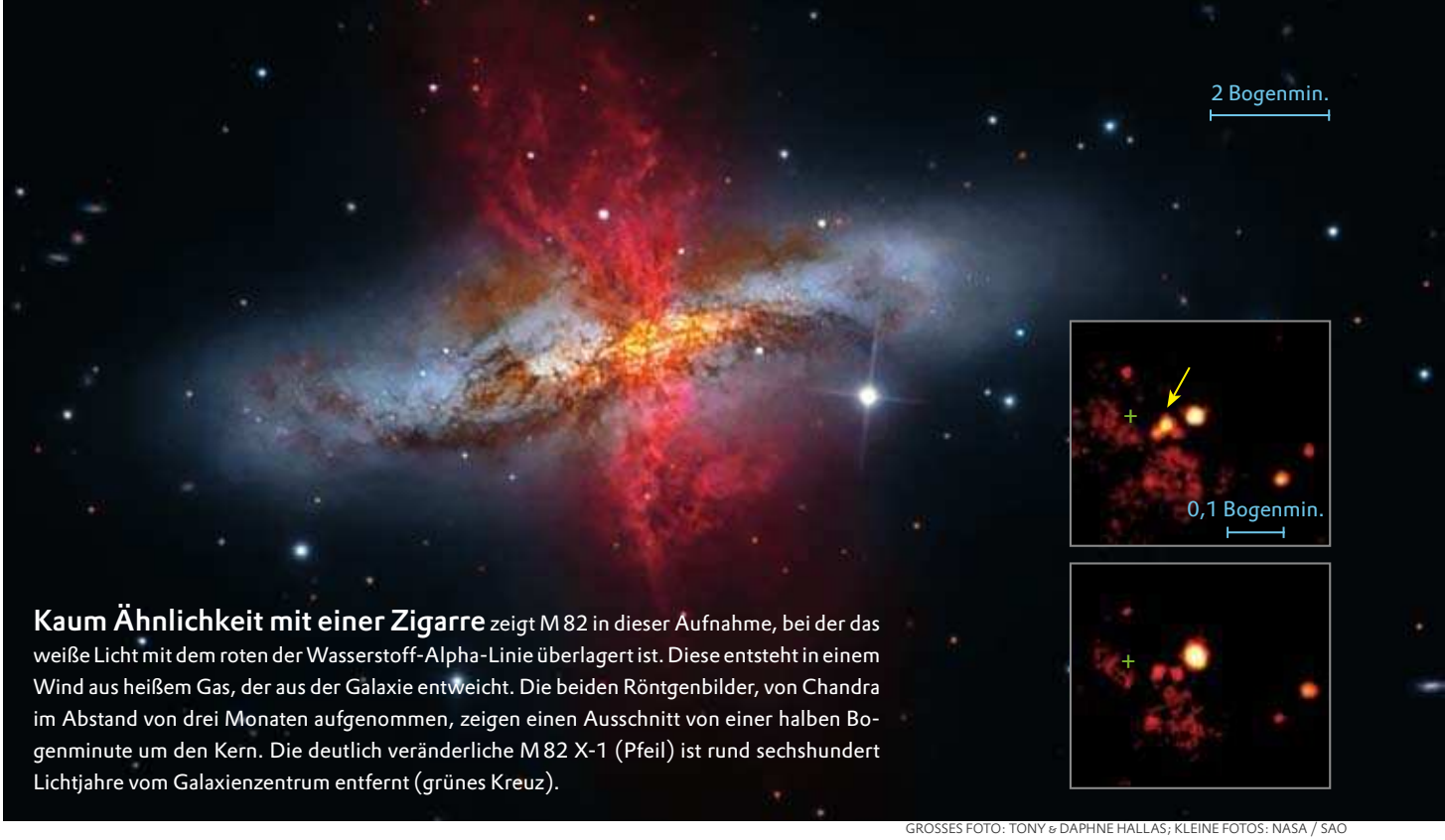
Wie wiegt man Schwarze Löcher? Zwar können Astronomen sie nicht direkt sehen. Doch sie empfangen die Röntgenstrahlung, die die aufgeheizte Materie aussendet, bevor sie in die Schwerkraftfalle hineinfällt. Schwarze Löcher, die Materie »ansaugen«, sind deshalb mit Röntgensatelliten vergleichsweise leicht zu entdecken. Ihre Masse zu bestimmen ist dagegen erheblich schwerer.

Bei stellaren Schwarzen Löchern in einem Doppelsystem, wie etwa im Fall der berühmten Röntgenquelle Cygnus X-1, sind die Beobachter in der Lage, die Umlaufbahn des Begleiters zu vermessen. Daraus ergibt sich ein zuverlässiger Wert für die Masse des unsichtbaren Partners. Die meisten Schwarzen Löcher besitzen jedoch leider keinen Begleiter. Und selbst bei den seltenen Exemplaren, die einen haben, lässt sich dessen Bahnbewegung nur selten nachweisen.

Können die Forscher keine Bahnbewegung messen, so bleibt die Röntgenleuchtkraft als Schlüssel zur Massenbestimmung. Aber die Strahlungsintensität hat weniger mit der Masse des Schwarzen Lochs zu tun als damit, wie viel Materie es aus seiner Umgebung aufnimmt. So ist beispielsweise das Monster im Zentrum der Milchstraße recht leuchtschwach (es strahlt nur ein Zehntau- >

Ist es ein Quasar? Ist es ein Mikroquasar? Oder gar etwas dazwischen, mit einem unsichtbaren Schwarzen Loch mittlerer Masse im Zentrum? Ausdauernde Röntgenbeobachtungen solcher Akkretionsscheiben und Jets könnten die Antwort bringen.

ILLUSTRATION: S & T, CASEY B. REED



Kaum Ähnlichkeit mit einer Zigarre zeigt M 82 in dieser Aufnahme, bei der das weiße Licht mit dem roten der Wasserstoff-Alpha-Linie überlagert ist. Diese entsteht in einem Wind aus heißem Gas, der aus der Galaxie entweicht. Die beiden Röntgenbilder, von Chandra im Abstand von drei Monaten aufgenommen, zeigen einen Ausschnitt von einer halben Bogenminute um den Kern. Die deutlich veränderliche M 82 X-1 (Pfeil) ist rund sechshundert Lichtjahre vom Galaxienzentrum entfernt (grünes Kreuz).

GROSSES FOTO: TONY & DAPHNE HALLAS; KLEINE FOTOS: NASA / SAO

> sendstel so stark wie M 82 X-1), obwohl es 3,7 Millionen Sonnenmassen in sich vereinigt. Vielleicht ziehen Legionen von kleineren Exemplaren vollständig unsichtbar ihre Bahn, weil sich in ihrer Nähe keine Materie befindet. Wenn aber zwei Schwarzen Löchern die gleiche Menge an Materie in ihrer Umgebung zur Verfügung steht, dann wird das massereichere die Materie stärker anziehen – und mehr Röntgenstrahlung aussenden als sein kleineres Gegenstück.

Die Astronomen bezeichnen eine Röntgenquelle als ultrahell, wenn sie eine Leuchtkraft von mehr als dem 500-Fachen unseres Milchstraßenzentrums aufweist. Ein Schwarzes Loch mit zwanzig Sonnenmassen kann das theoretisch schaffen. Lange dachten die Astronomen, dass die größten Sterne, die im heutigen Universum entstehen, nach ihrer Explosion als Supernova oder Gammastrahlungsausbruch keine Überreste mit größeren Massen zurücklassen dürfen. Die massereicheren ULXs müssten dann durch einen anderen Prozess entstanden sein oder eine Menge weiterer Materie aufgenommen haben.

Die Entdeckung der zweihundert ULXs wird zwar von vielen Forschern als Anzeichen dafür angesehen, dass es eine neue, exotische Gewichtsklasse gibt. Doch längst nicht alle Astronomen sind davon überzeugt, dass es IMBHs sind, die die ULXs antreiben. So haben mehrere Forschungsgruppen, darunter eine unter der Leitung von Andrew King von der University of Leicester, darauf hingewiesen, dass die Röntgenleuchtkraft außergewöhnlich hoch erscheinen kann, wenn sie ihre Strahlung bevorzugt in unsere Richtung aussenden.

Beam me up, Scotty!

Ein solches Beaming (englisch: gebündeltes Strahlen) ist typisch für stellare und für supermassereiche Schwarze Löcher, das ist durch das Studium von Gammastrahlungsausbrüchen wie auch den Materiestrahlen (Jets) von Quasaren seit Längerem bekannt. Ein stellares Schwarzes Loch kann leicht mit einem IMBH verwechselt werden, wenn es seine Strahlung gebündelt in Richtung Erde aussendet und so den Astronomen eine höhere Gesamtleuchtkraft vorgaukelt.

Berücksichtigt man diese Möglichkeit, so bleibt nur noch eine einzige bekannte Quelle als sicherer Kandidat: M 82 X-1. Selbst konservative Abschätzungen führen für diese Quelle auf Massen zwischen 100 und 3000 Sonnenmassen. Niemand war bislang in der Lage ein Modell zu entwickeln, wie ein stellares Schwarzes Loch durch Beaming eine derartige Röntgenleuchtkraft hervorbringen kann.

Die Astronomen haben versucht, auch für andere ULXs eine Strahlungsbündelung Richtung Erde auszuschließen und so die Massen ihrer Schwarzen Löcher sicher in den gesuchten Bereich zu verschieben. Richard Mushotzky und seine Mitarbeiter am Goddard Space Flight Center der Nasa (GSFC) spürten in Archivdaten des Very Large Array in New Mexico (VLA) Radiohalos um mehrere ULXs auf. Alle diese Quellen zeigen im Radiobereich ein gleichmäßiges Leuchten in alle Richtungen – keinerlei Anzeichen für eine gebündelte Abstrahlung. Im März 2005 veröffentlichte Mushotzky mit zwei Kollegen erste Ergebnisse über eine Quelle in der Galaxie Holmberg II: »Wenn es dort einen Jet gibt, dann muss er völlig anders sein als alles, was wir bisher gesehen haben.«

King beharrt allerdings darauf, dass solche Ergebnisse Beaming nicht vollständig ausschließen. Das diffuse Radioleuchten könnte durch einen gleichmäßigen Wind in alle Richtungen verursacht werden, der vom Schwarzen Loch nach außen geblasen wird und eine große Blase im umgebenden Gas erzeugt. Solche Blasen wurden tatsächlich um mehrere ULXs gefunden, auch um M 82 X-1, und die Größe dieser Strukturen kann jene von Supernova-Überresten übertreffen. »Ein Schwarzes Loch, dessen Materieakkretion nahe an der theoretischen Obergrenze liegt, muss eine Menge Materie hinausblasen«, ist sich King sicher.

Die Beobachter würden es natürlich vorziehen, die Masse direkt aus den Umlaufdaten eines Begleiters abzuleiten. Tatsächlich besitzen viele ULXs vermutlich stellare Begleiter, die von der Schwerkraft des Schwarzen Lochs eingefangen

wurden. Diese Sterne wären dann auch die Quelle der Materie, die das Schwarze Loch akkretiert und durch die es überhaupt erst sichtbar wird. So deuten beispielsweise neuere Beobachtungen von Philip Kaaret von der University of Iowa und zwei Kollegen mit dem Nasa-Satelliten Rossi X-ray Timing Explorer (RXTE) darauf hin, dass M 82 X-1 von einem aufgeblähten Stern einmal alle 62 Tagen umrundet wird.

Taktisches Vorgehen

Die Forscher haben versucht, in den Spektren solcher Systeme eine Dopplerverschiebung nachzuweisen. Mit dieser Methode gelang die Entdeckung der meisten extrasolaren Planeten. Doch das Aufspüren optischer Gegenstücke zu solchen weit entfernten Röntgenquellen ist extrem schwierig. Überlagert man Chandra- und Hubble-Aufnahmen, um punktförmige Quellen einander zuzuordnen, hat man einen Messfehler von einer Bogensekunde. Und innerhalb eines solchen Fehlerkreises finden sich um eine Röntgenquelle herum stets mehrere Sterne. Zwar versuchen die Astronomen, den richtigen Partner aufzuspüren, indem sie nach einem ungewöhnlichen Spektrum oder einer mit der Röntgenquelle korrelierenden Änderung im Strahlungsfluss, der Variabilität, Ausschau halten, bislang fanden sie aber nur wenige optische Gegenstücke. »Es sind insgesamt zwei«, so Mushotzky, und bisher konnte selbst für diese Objekte keine Bahnbewegung nachgewiesen werden. Trotzdem ließe sich mit dieser Methode eines Tages wenigstens bei einigen ULXs nachweisen, dass sie Schwarze Löcher mittlerer Masse beherbergen.

Die Wissenschaftler verfolgen auch andere Strategien, um die Massen der ULXs abzuschätzen. Eine Idee ist, Eigenschaften ihrer Spektren oder ihrer Variabilität mit ähnlichen Eigenschaften bei besser untersuchten Röntgenquellen zu vergleichen: Die Leuchtkraft einer Akkretionsscheibe um ein stellares Schwarzes Loch ist »quasiperiodisch«, sie flackert in zyklischen Intervallen, weil Verdichtungen aus heißem Gas auf ihrer Umlaufbahn immer wieder hinter dem Schwarzen Loch verschwinden und wieder auftauchen. Diese Oszillationen hängen also mit Umlaufzeiten zusammen und sollten deshalb in Verbindung mit der Masse des Schwarzen Lochs stehen. Mushotzky und Tod Strohmayer (ebenfalls am GSFC) fanden heraus, dass die quasiperiodische Variabilität einen langen Zyklus aufweist – ein weiteres Indiz für ein Schwarzes Loch mittlerer Masse. Doch die Abschätzungen für andere ULXs sind umstritten.

Eine andere, völlig unabhängige Methode zur Bestätigung mittlerer Massen bei Schwarzen Löchern könnten Gravitationswellen bieten. Cole Miller von der University of Maryland hat berechnet, dass die Verschmelzung eines Sterns mit einem IMBH, die Kollision zweier IMBHs oder eins, das in ein supermassereiches Schwarzes Loch fällt, starke Raumzeitschwingungen mit einer ganz charakteristischen Signatur auslösen würden (AH 9/2005, S. 14). Fände eines dieser seltenen Ereignisse nahe genug statt – innerhalb weniger Millionen Lichtjahre für die erste Art, innerhalb weniger Milliarden Lichtjahre für die beiden anderen Arten –, dann wären künftige Detektoren auf der Erde oder die von Esa und Nasa gemeinsam geplante Laser Interferometer Space Antenna (Lisa) in der Lage, diese Signale aufzufangen.

Während die Beobachter damit beschäftigt sind, die ultrahellen Röntgenquellen zu sezieren, versuchen sich die Theoretiker daran, plausible Mechanismen für die Entstehung von IMBHs auszutüfteln. Im Prinzip könnte natürlich ein stellares Schwarzes Loch so lange Gas aus seiner Umgebung schlucken, bis es hunderte oder gar tausende Sonnenmassen aufgenommen hat. Das würde Millers Berechnungen zufolge aber länger dauern, als unser Universum alt ist. »Schwarze Löcher mit tausend Sonnenmassen müssen eine qualitativ andere Geschichte haben«, schließt der Forscher. Eine Möglichkeit ist, dass es im frühen Universum Megasterne mit Hunderten von Sonnenmassen gab (AH 10/2006, S. 14). Die größten dieser Ersten Sterne hatten eine extrem kurze Lebensdauer. Da es außer Wasserstoff und Helium noch keine weiteren Elemente gab, verhielten sich diese Sterne anders als die im heutigen Kosmos: Am Ende ihres Lebens kollabierten ihre Kernregionen zu Schwarzen Löchern mit mehreren hundert Sonnenmassen. Als sich die chemische Zusammensetzung des Universums änderte, entstanden solche Population-III-Sterne nicht länger. Doch ihre Überreste würden als Schwarze Löcher mittlerer Masse noch heute existieren.

Wo bleibt der Nachschub?

Aber auch jetzt könnten sich neue IMBHs bilden, nämlich in dichten jungen Sternhaufen. Tatsächlich zeigen die Beobachtungen, dass sich die meisten der bekannten ULXs in Sternentstehungsgebieten befinden. So gibt es allein 18 davon in den kollidierenden »Antennengalaxien« NGC 4038 und 4039 (Bilder unten), in denen in dichten Sternhaufen eine immense Anzahl neuer Sonnen entsteht.

In diesen dicht gepackten Systemen könnte es häufig genug zu Kollisionen kommen, aus denen extrem massereiche >

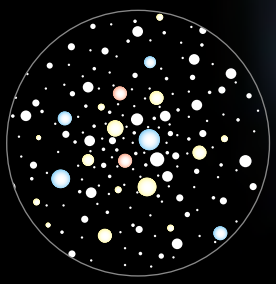
NASA / SAO / GUISEPPINA FABBIANO ET AL.

VOLKER WENDEL & BERND FLACH-WILKENS

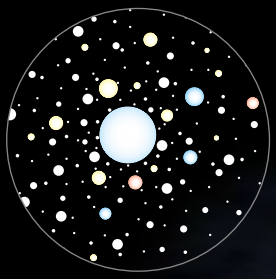
ULXs in den Antennengalaxien (NGC 4038 und 4039) im Sternbild Rabe. Im Chandra-Röntgenbild (links) sind sie als helle Punktquellen zu erkennen. In der optischen Amateuraufnahme (rechts) sieht man zahlreiche helle Verdichtungen aus Sternen. Dabei handelt es sich um junge Sternhaufen, die während des Verschmelzungsprozesses der beiden Spiralgalaxien entstanden sind.

Anatomie einer ultrahellen Röntgenquelle (ULX)

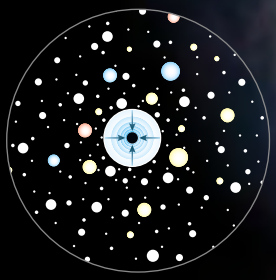
Geburt eines IMBH



1. IMBHs entstehen möglicherweise in dichten Haufen aus jungen, massereichen Sternen.



2. In den Zentren dieser Haufen können mehrere Sterne zu einem Megastern verschmelzen.



3. Der Megastern kollabiert – ein Schwarzes Loch mit mehreren hundert Sonnenmassen entsteht.

Stellarer Begleiter

IMBHs können mit ihrer Schwerkraft Sterne einfangen. Diese liefern dann die Materie, die zum Aufleuchten der ULX führt. Die Begleiter können unterschiedliche Massen und Entfernungen vom Schwarzen Loch besitzen. Hier gezeigt: ein Blauer Riese, der etwa so weit vom Schwarzen Loch entfernt ist wie Jupiter von der Sonne.

blauverschobener Jet

Verdrehte magnetische Feldlinien in der Akkretionsscheibe kanalisieren Materie in zwei entgegengesetzt gerichtete Materiestrahlen, die Jets. In ihnen bewegt sich die Materie mit nahezu Lichtgeschwindigkeit. Der auf den Beobachter gerichtete erscheint deshalb auf Grund relativistischer Effekte und des Dopplereffekts heller und blauer als der Gegenjet.

Akkretionsstrom

Gas strömt vom Stern zum Schwarzen Loch. Während es sich der Akkretionsscheibe nähert, kühlt es zunächst ab.

Korona

Ein dünner Wind heißen Gases entströmt dem Innenbereich der Akkretionsscheibe.

Schwarzes Loch mittlerer Masse (IMBH)

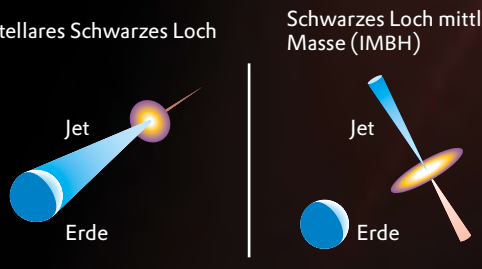
Das zentrale Schwarze Loch enthält mehrere hundert bis tausend Sonnenmassen. Es ist das Kraftwerk der ULXs. Aus der Entfernung ist das Schwarze Loch im sichtbaren Licht nicht zu sehen, da es vom intensiven Leuchten der Scheibe und der Jets überstrahlt wird.

Akkretionsscheibe

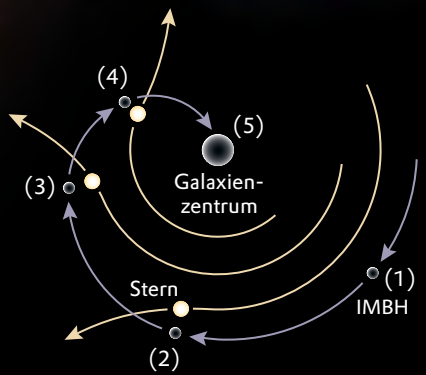
Das eingefangene Gas wirbelt mit hoher Geschwindigkeit in einer Scheibe um das Schwarze Loch herum. Durch Reibung der Teilchen in der Scheibe kreist das Gas auf einer Spiralbahn nach innen – bis es in das Schwarze Loch fällt oder in den Jets beziehungsweise als Wind davongetragen wird.

rotverschobener Jet

Mögliche Ursachen für ULXs



Wenn der Jet einer ULX in Richtung Erde zeigt, überschätzen die Astronomen – in Unkenntnis der Situation – die Gesamtleuchtkraft der Quelle. Dadurch würden sie auch eine zu große Masse für das zentrale Schwarze Loch annehmen. Wenn wir allerdings aus einem anderen Winkel auf die ULX blicken, muss das Schwarze Loch hunderte oder tausende Sonnenmassen enthalten.



Tod eines IMBH

Immer wenn ein IMBH (1) einem Stern (2–4) begegnet, erhöht sich die Bahngeschwindigkeit des Sterns. Dadurch nimmt die Bahngeschwindigkeit des IMBH ab, es sinkt nach innen. Irgendwann erreicht es das galaktische Zentrum, wo es mit dem supermassereichen Schwarzen Loch (5) der Galaxie verschmilzt.

ILLUSTRATION: S&T, CASEY B. REED

> Sterne hervorgehen. Mit Hilfe des Supercomputers Grape-6 der Tokyo Daigaku (Universität Tokio) zeigte eine von Simon Portegies Zwart von der Universiteit van Amsterdam geleitete Forschungsgruppe, dass unter bestimmten Voraussetzungen im Zentrum eines Sternhaufens durch Kollisionen die Bildung von Giganten mit 800 bis 3000 Sonnenmassen möglich ist. Diese würden dann schnell zu Schwarzen Löchern mit ähnlicher Masse kollabieren. »Der gesamte Vorgang dauert rund drei Millionen Jahre, und das ist kurz«, sagt Portegies Zwart.

Sein Team verfolgte die Entwicklung virtueller Haufen aus bis zu 600 000 Sternen. Nur in sehr speziellen Haufen, deren Größe und Dichte ähnlich hohe Werte haben wie der von M 82 X-1, kommt es zu solchen Verschmelzungen. In Simulationen größerer und kleinerer Haufen ähnlicher Dichte entstanden keine Megasterne. Wenn sie aber nicht entstehen, dann auch keine Schwarzen Löcher mittlerer Masse. Tatsächlich befinden sich in derartigen Haufen in M 82 auch keine ULXs. In einer neueren Arbeit berichten M. Atakan Gürkan von der Sabancı Üniversitesi in Istanbul und seine zwei Kollegen, dass in ihren Computersimulationen zumeist doppelte IMBHs entstehen, die dann innerhalb von einer Milliarde Jahre miteinander verschmelzen.

Alltag und Schicksal: fressen und gefressen werden

Wenn ein Schwarzes Loch mittlerer Masse entstanden ist, sinkt es langsam ins Zentrum der Galaxie – wo es sich dann irgendwann mit dem zentralen Monster vereint. »Supermassive Schwarze Löcher in normalen Galaxien wachsen demnach durch die Aufnahme von Schwarzen Löchern mittlerer Masse«, meint Junichiro Makino von der Tokyo Daigaku, einer von Portegies Zwarts Kollegen.

Im frühen Universum sind wahrscheinlich sehr viele dichte Sternhaufen entstanden. Diese sind dann ständig miteinander kollidiert, wobei sich durch die Verschmelzung von IMBHs supermassereicher Schwarze Löcher gebildet haben. »Es besteht die verlockende Aussicht, durch die Beobachtung der ULXs und der dichten Sternhaufen eine Vorstellung davon zu gewinnen, wie die Bedingungen in der guten alten Zeit waren«, schwärmt Miller. »Und dann würden wir auch mehr darüber erfahren, wo wir herkommen, sowie über die Rolle der Schwarzen Löcher in der kosmischen Evolution.«

Trotz der zweihundert heute bekannten ULXs sind die Skeptiker noch nicht davon überzeugt, dass es genügend Beweise gibt, um die Annahme einer neuen Gattung Schwarzer Löcher zu rechtfertigen. Es könnte doch sein, dass die meisten ULXs sich als ungewöhnlich helle Röntgendoppelsysteme (XRBs: X-Ray Binaries) mit stellaren Schwarzen Löchern erweisen. Kleinere IMBH-Kandidaten sind wohl auf dem normalen Weg der stellaren Evolution und nachfolgender Akkretion entstanden. Trägt man die Häufigkeit der Röntgenquellen in Abhängigkeit von ihrer Leuchtkraft auf, so erhält man eine glatte Kurve, von den gewöhnlichen XRBs bis hin zu den ULXs. »Das deutet darauf hin, dass die ULXs ein Teil von ein und derselben Population von Objekten stellarer Masse sind, die sich allerdings in einer ungewöhnlichen Entwicklungsphase befinden«, meint King.

Am anderen Ende der Skala könnten die schwersten IMBHs das untere Ende der supermassereichen Kategorie repräsentieren. King nimmt an, dass es sich bei der Röntgenquelle M 82 X-1, die sich sechshundert Lichtjahre vom Zentrum ihrer Galaxie befindet, um den ehemaligen Kern einer kleineren Galaxie handelt, die vor nicht allzu langer Zeit mit M 82 verschmolzen ist. Die Beobachtung von Galaxienkernen legt einen Zusammenhang zwischen der Masse ihrer Schwarzen Löcher und der sphärischen Komponente ihrer Galaxie, dem Bulge, offen: Die Sternsysteme mit wenig Masse sollten demnach auch Schwarze Löcher mit relativ kleiner Masse enthalten.

Der Streit kann letztlich nur durch weitere Daten entschieden werden. Fragt man Mushotzky, so gibt es in einem Dutzend Fälle starke Beweise für IMBHs. Miller würde lediglich auf ein halbes Dutzend wetten – und King nur auf einen einzigen Fall. Miller glaubt, Schwarze Löcher mittlerer Masse könnten noch im heutigen Kosmos entstehen: »Ich würde darauf um ein gutes Essen wetten.« Aber er gesteht die Möglichkeit ein, dass am Ende er die Rechnung zahlen muss: »Diese Objekte sind weit weg, deshalb ist es schwer, wirklich gute Beweise für die eine oder für die andere These zu erhalten.« <<

Davide Castelvecchi ist freiberuflicher Wissenschaftsautor und Onlineredakteur des American Institute of Physics.

Ein Bienenkorb Schwarzer Löcher

In einer zur Veröffentlichung im »Astrophysical Journal« angenommenen Arbeit argumentieren Simon Portegies Zwart, Junichiro Makino und fünf weitere Forscher, die dichten Sternhaufen nahe der Galaxienzentren böten besonders günstige Bedingungen für die Verschmelzung von Sternen – und deshalb sollten in ihnen IMBHs entstehen. Computersimulationen deuten darauf hin, dass die inneren dreißig Lichtjahre unserer Milchstraße fünfzig Schwarze Löcher mit jeweils etwa tausend Sonnenmassen beherbergen. Diese IMBHs sinken langsam zum Zentrum bis zu einem Abstand von weniger als einem hundertstel Lichtjahr. »In dieser Region muss es eine ständige Population von einigen IMBHs geben«, so Portegies Zwart.

Diese beeinflussen sich allerdings gegenseitig – etwa alle zehn Millionen Jahre fällt eins in das supermassereiche Schwarze Loch hinein, das dadurch über die Jahrmilliarden weiter anwächst. Die Autoren sehen die schnellen Bewegungen zweier Haufen nahe dem galaktischen Zentrum als Beleg für die IMBH-Population. Andere Astronomen halten die Beweislage für die These allerdings eher für dünn.

Andrea Ghez von der University of California in Los Angeles hat die Masse des zentralen Schwarzen Lochs der Milchstraße anhand der Sterne in seiner Umgebung bestimmt. Ihrer Ansicht nach könnte eine Population von IMBHs erklären, warum es so viele junge Sterne in der Umgebung des galaktischen Kerns gibt: Sie kommen von weiter draußen, wo die Sternentstehung nicht von den Gezeitenkräften unterbunden wird. Die IMBHs könnten die Sterne dann nach innen treiben. »Der Nachweis von solch jungen Sternhaufen im Milchstraßenzentrum, die es ohne IMBHs dort nicht geben könnte, ist wirklich ziemlich aufregend«, so Ghez. **>> Robert Naeye, S&T**

Der Grüne Blitz

Der Name dieses Phänomens mag an den Superhelden eines Comics erinnern – tatsächlich steht er für das selten beobachtete Farbspektakel kurz vor Sonnenuntergang. **>> Fred Schaaf**

Vor vielen Jahren besuchte ich einen Strand in US-Bundesstaat New Jersey und beobachtete den Sonnenuntergang über dem Atlantik. Der Sand glühte in warmen Goldtönen. Vor mir dehnte sich die Delaware Bay aus, die von purpur schimmernden Wellen bedeckt war. Der riesige, abgeplattete Sonnenball leuchtete nur noch schwach, sodass ich ihn genau betrachten konnte, als er sich dem Horizont näherte.

Dieser großartige Anblick berührte mich sehr. Der Feuerball sank immer tiefer und tiefer und war schon fast verschwunden, als die faszinierende Szenerie plötzlich von einem atemberaubend schönen Phänomen gekrönt wurde. Der Eindruck war so intensiv, dass mir im wahrsten Sinn des Wortes die Kinnlade herunterklappte. Ein, zwei Sekunden lang glänzte das oberste Stückchen Sonne in einem lebhaften Grün! Vor Überraschung und Freude brüllte ich über den leeren Strand. Ich hatte gerade den legendären »Grünen Blitz« gesehen.

Während mir verschiedene Leute oft davon berichtet haben, dass sie einen Meteor oder einen Halo um den Mond beobachtet haben, gibt es kaum jemanden, der davon erzählt, den Grünen Blitz gesehen zu haben. Warum werden nicht mehr Menschen Augenzeugen dieser Erscheinung in der Erdatmosphäre? Fehlinformationen über die Häufigkeit dieses Ereignisses scheinen das größte Hindernis zu sein. In vielen Quellen wird behauptet, der Grüne Blitz sei sehr selten, nur in den Tropen oder nur bei Sonnenuntergängen über dem Meer zu sehen.

Ein Grün wie kein anderes

In Wirklichkeit sind schwache Versionen des Grünen Blitzes in den meisten Breiten zu Hause. Und selbst um die spektakulärsten Varianten zu beobachten, ist nicht unbedingt ein Besuch am Meer notwendig. Außerdem tritt diese Erschei-

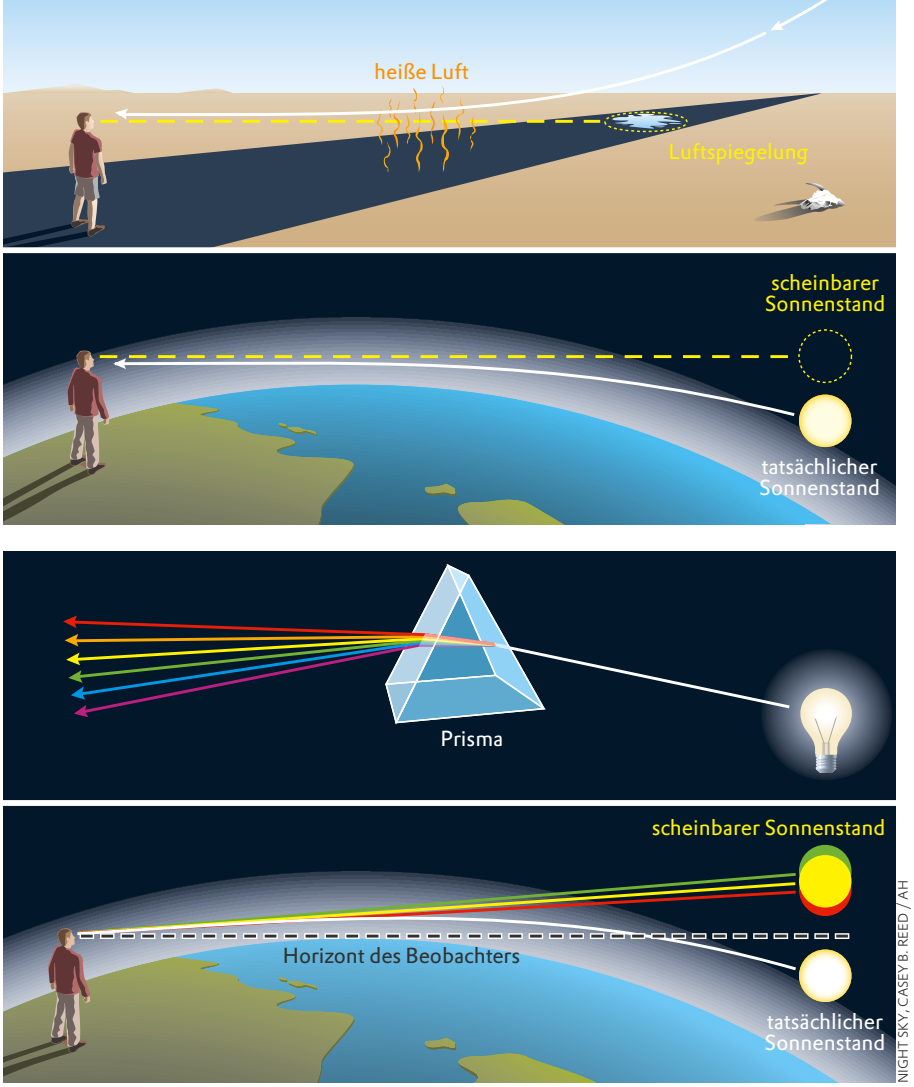
Nur einen Wimpernschlag lang ist der grüne Farbsaum am oberen Rand der Sonne zu sehen. Diese Fotoserie aus den Tropen wurde nicht länger als eine Sekunde belichtet. In höheren Breiten geht die Sonne langsamer unter, was das Ereignis etwas in die Länge zieht.

ALLE FOTOS DIESER DOPPELSEITE: PETER ANIOL

nung nur selten als Blitz auf. Häufiger werden Sie eine rasche Verfärbung des letzten winzigen Leuchtflecks der Sonne sehen, während sie untergeht.

Bis zum Jahr 1882, als er in Jules Vernes Roman »Le Rayon Vert« beschrieben wurde, erfuhr der Grüne Blitz keinerlei öffentliche Beachtung. »Le Rayon Vert« heißt auf Deutsch so viel wie »Der grüne Strahl«, wie das Phänomen manchmal auch genannt wird. Verne beschreibt die Farbe des Blitzes in seinem Buch mit poetisch-blumigen Worten: »Das wundervollste Grün, ein Grün, das kein Maler auf seiner Palette erreicht, ein Grün, dem kein Farbton der Vegetation, keine Schattierung des klaren Meeres nahe käme! Wenn es ein Grün im Paradiese gibt, dann kann es nur von dieser Tönung sein; es ist gewiss das wahre Grün der Hoffnung.«

Einer von Vernes Protagonisten erinnert sich an eine schottische Legende, wonach sich ein Mensch, der den Grünen Blitz einmal gesehen hat, in Herzensdingen nie wieder irren wird. Eine bezaubernde Idee, nur haben Forscher leider nie eine Spur dieser Legende in der schottischen Folklore gefunden. Der fantasievolle französische Autor scheint sie sich einfach selbst ausgedacht zu haben. >



NIGHT SKY, CASEY B. REED / AH

Sonnenlicht wird gebrochen, wenn es durch dichtere Luftschichten läuft. Kalte (dichte) Luft über einem heißen Boden ruft ein verschobenes Sonnenbild hervor (ganz oben). Das gleiche Phänomen verschiebt das Sonnenscheibchen auch etwas nach oben, wenn dieses flach über dem Horizont steht (zweites Bild von oben).

Luft kann wie ein Prisma das Sonnenlicht in seine Einzelfarben aufspalten. Der Lichtstrahl wird in Abhängigkeit von seiner Farbe (Wellenlänge) gebrochen (zweites Bild von unten). Die Brechung ist dann am stärksten, wenn die Sonne direkt über dem Horizont steht. Dann bildet sich ein blaugrüner Fleck am oberen Rand der Sonne (ganz unten).

> Auf Vernes Buch folgte eine Flut von Beobachtungen und viele Spekulationen über das Phänomen. Doch kamen diese oft von unkritischen Betrachtern und Autoren. Deren Berichte trugen dazu bei, eine umstrittene und vor allem falsche Theorie über die Ursache des Grünen Blitzes in die Welt zu setzen: Einigen Wissenschaftlern des späten 19. und frühen 20. Jahrhunderts zufolge war er überhaupt keine Erscheinung der Erdatmosphäre, sondern trat nur im Auge des Betrachters auf. Die Beobachter des Sonnenuntergangs, so behaupteten sie, hätten zu lange in den Feuerball gestarrt. Dadurch sei ein Nachbild in der Komplementärfarbe entstanden – der Grüne Blitz. Sie können diesen Effekt selbst einmal ausprobieren, wenn Sie in einem hell erleuchteten Raum auf ein rotes Objekt starren, beispielsweise auf eine reife Tomate. Nach ungefähr 15 Sekunden wenden Sie Ihren Blick ab und schauen auf eine weiße Oberfläche. Sie sehen dann eine geisterhaft blaugrüne »Negativ-Tomate«.

Erfahrene Beobachter wissen, dass diese Erscheinung kein Nachbild sein kann, denn er wurde viele Male bei Sonnenaufgang beobachtet, wenn das Grün noch vor dem Rot der Sonne erscheint. Mitte des 20. Jahrhunderts bewiesen Fotografien schließlich ein für alle Mal, dass das Phänomen ein physikalisches war und kein physiologisches. Aber wie kommt es in der Atmosphäre zu dieser Erscheinung? Zwei optische Effekte spielen dabei eine Rolle: Brechung und Dispersion.

Verschiedenfarbige Sonnenscheiben

Wenn Licht vom Vakuum des Weltraums in die Erdatmosphäre eintritt, wird es in die Richtung der dichteren Mediums – also zum Erdboden hin – gebrochen. Dies hat eine erstaunliche Wirkung: Das Bild eines Objekts erscheint uns etwas höher, als es stünde, besäße die Erde keine Atmosphäre. Am stärksten ist dieser Effekt am Horizont ausgeprägt, wo das Licht die längstmögliche Strecke durch die Luft zurücklegt.

Die atmosphärische Brechung am Horizont macht typischerweise ein halbes Grad aus – das ist der scheinbare Durchmesser der Sonne oder des Vollmonds. Also steht die Oberkante der Sonnenscheibe in Wirklichkeit bereits unter dem Horizont, während wir beobachten, dass ihre Unterkante gerade den Horizont berührt! Was wir sehen, ist das Bild der Sonne, das durch die Lichtbrechung um einen Sonnendurchmesser nach oben verschoben ist.

Doch die Brechung ist noch nicht alles. Sie haben sicher einmal einen Regenbogen gesehen oder ein Glasprisma benutzt, um das Sonnenlicht in sein Farbspektrum aufzuspalten. Das funktioniert, weil das Sonnenlicht aus mehreren Wellenlängen zusammengesetzt ist. Jede von ihnen wird in einem anderen Maß gebrochen. Je kürzer (blauer) die Wellenlänge, desto stärker bricht die Atmosphäre den entsprechenden Lichtstrahl.

Der für gewöhnlich weiße oder gelbweiße Anblick der Sonne ist also in Wirklichkeit aus verschiedenen Farbscheiben zusammengesetzt, die sich in minimal unterschiedlichen Höhen am Horizont befinden: Die bläuliche Sonne steht ein bisschen höher als die grünliche Sonne und so weiter bis zur rötlichen Sonne, die am tiefsten steht. Diese Dispersion der Wellenlängen ist jedoch so klein, dass sich die verschiedenfarbigen Sonnenscheibchen überlappen und das charakteristische Gelbweiß ergeben, in dem uns die Sonne normalerweise erscheint. Eben nur nicht an ihrer Unter- und Oberkante. Die Unterkante ist rot, die Oberkante dagegen blau.

Ein verzerrter gelber Sonnenball bei Sonnenuntergang ist ein guter Hinweis auf einen möglichen Grünen Blitz. Es bedeutet, dass Sie durch Luftschichten verschiedener Temperatur und Dichte schauen, die anomale Brechung verursachen können. Wenn die Sonne Ihnen tiefrot erscheint, ist nicht genug grünes Licht übrig, um diese Erscheining zu erzeugen.

In seltenen Fällen, wenn der Himmel extrem klar ist, kann die Sonne sogar einen blauen Blitz zeigen. Die Bildfolge ganz oben wurde in Finnland aufgenommen. Die gleiche Situation kann auch beim Sonnenaufgang auftreten. Doch um sie zu sehen, müssen Sie ganz genau wissen, wo und wann die Sonne aufgeht.

FOTOS OBERE REIHE: PEKKA PARVIAINEN; FOTO RECHTS: PETER ANIOL

Ich kann jetzt schon hören, wie Sie sagen: »Müsste der letzte Lichtfleck der untergehenden Sonne dann nicht blau sein?« Das ist richtig, gilt aber nur dann, wenn die Atmosphäre außergewöhnlich klar ist. Unsere Lufthülle streut kurzwelliges Licht sehr effektiv – nur sehr wenig von dem blauen Sonnenlicht erreicht unsere Augen auf direktem Weg. Der blaue Himmel an einem wolkenlosen Tag ist der beste Beweis dafür. Die Streuung des Sonnenlichts ist in der Regel stark genug, um sämtliches Blau aus ihrer Strahlung zu entfernen und nur das Grün übrig zu lassen, das unter bestimmten Bedingungen am oberen Rand der Sonnenscheibe in Erscheinung tritt.

Außerdem absorbiert der Wasserdampf in der Erdatmosphäre den größten Teil des gelben und orangenfarbenen Lichts, wenn die Sonne tief steht. Nur ein bisschen Grün und eine Menge Rot bleiben zurück. Daher das Rot bei Sonnnenauf- oder Sonnenuntergang. Nehmen Sie einmal an, Sie sehen, wie die Sonne tiefrot am Horizont steht und immer schwächer leuchtet, nur wenige Minuten bevor sie untergeht. Ist das der Fall, so ist die Atmosphäre so stark mit Wasserdampf gesättigt, dass sie selbst das grüne Licht absorbiert. An einem solchen Tag kann der Grüne Blitz nicht auftauchen.

Wenn die Sonne aber bis kurz vor ihrem Untergang hell und gelbweiß bleibt, ist das ein Signal für Sie, nach dem Phänomen Ausschau zu halten. Doch wird er auch an jedem derartigen Tag zu sehen sein? Experten zufolge ja – es gibt aber einen Haken.

An den meisten wolkenlosen Tagen mit klarer Luft ist der Grüne Blitz so ein winziger Lichtsplitter, dass Sie ein optisches Hilfsmittel benutzen müssen, um ihn zu entdecken. Doch Vorsicht! Wenn Sie durch ein Fernglas oder ein Teleskop zur Sonne schauen, ohne einen vernünftigen Sonnenfilter zu benutzen, gefährden Sie Ihr Augenlicht. Selbst mit einem kleinen Feldstecher sollten Sie auf keinen Fall in die Sonne gucken. Es sei denn, zwei Bedingungen sind erfüllt:

1. Die Sonne steht so tief, dass ihr unterer Rand bereits den Horizont berührt.
2. Die Sonne muss schwach genug scheinen, dass man selbst mit bloßem Auge gefahrlos hineinschauen kann.

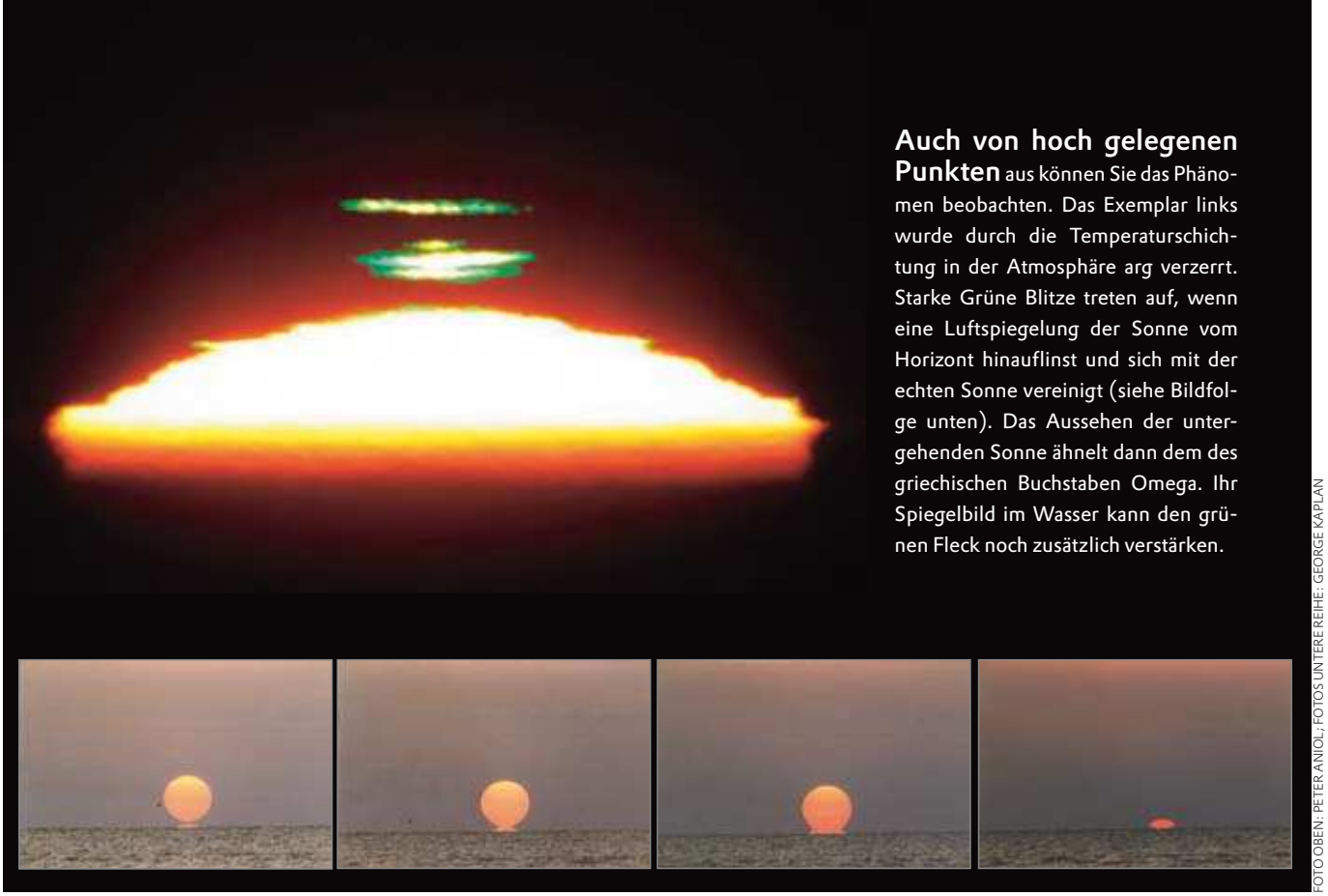
Die meisten Anfänger, die nach der Erscheinung Ausschau halten, sind besser damit bedient, wenn sie sich ohne Fernglas und Teleskop allein auf ihre Augen verlassen und darauf warten, bis die Sonne tief am Horizont steht.

Ein deutlicher, auch mit bloßem Auge sichtbarer Grüner Blitz entsteht dann, wenn in der Atmosphäre starke Temperaturunterschiede herrschen, die das Sonnenlicht stärker als normal brechen. Das kann über Land passieren, wahrscheinlicher ist dies aber über Wasser. Genau genommen tritt er am häufigsten auf, wenn die Erdoberfläche deutlich wärmer ist als die Luftschicht über ihr. Das geschieht meistens über großen Wassermassen, und aus eben diesem >

Grüner Blitz

wis
wissenschaft in die schulen!

In der Natur ist der Grüne Blitz nur unter besonders günstigen Umständen zu beobachten. Im Klassenzimmer lässt sich aber ein einfaches Experiment durchführen, mit dem ein zum Grünen Blitz analoges Phänomen demonstriert werden kann. Führen Sie Ihre Schüler in die Grundlagen Johann Wolfgang von Goethes Farbenlehre ein und diskutieren Sie Ähnlichkeiten und Unterschiede zu Newtons Experimenten. Schauen Sie doch einfach mal auf unsere WiS-Internetseite: www.wissenschaft-schulen.de



Auch von hoch gelegenen Punkten aus können Sie das Phänomen beobachten. Das Exemplar links wurde durch die Temperaturschichtung in der Atmosphäre arg verzerrt. Starke Grüne Blitze treten auf, wenn eine Luftspiegelung der Sonne vom Horizont hinauflinst und sich mit der echten Sonne vereinigt (siehe Bildfolge unten). Das Aussehen der untergehenden Sonne ähnelt dann dem des griechischen Buchstaben Omega. Ihr Spiegelbild im Wasser kann den grünen Fleck noch zusätzlich verstärken.

FOTO OBEN: PETER ANIOL; FOTOS UNTERE REIHE: GEORGE KAPLAN

> Grund werden Grüne Blitze oft über dem Meer beobachtet.

Jene Bedingung – Luft, die beim Sonnenuntergang kälter ist als das Wasser – tritt vor allem im Winter auf oder nach dem Durchgang von Kaltfronten im Spätsommer und im Herbst. Doch in den meisten Klimazonen kann sie das ganze Jahr über auftreten, und wenn das passiert, dann haben Sie die reelle Chance, dieses Phänomen mit dem bloßen Auge zu erhaschen.

Solche Temperaturbedingungen ermöglichen häufig Luftspiegelungen. Wenn man eine bemerkt, dann ist das ein gutes Vorzeichen für einen Grünen Blitz. Haben Sie schon einmal eine Fata Morgana gesehen? Vielleicht glauben Sie, dass Sie noch nie eine gesehen haben. Aber das muss nicht stimmen, denn neben der klassischen imaginären Oase, die den erschöpften Wanderer in der Wüste narrt, gibt es noch viele andere Arten von Luftspiegelungen. Fast jeder ist schon einmal an einem warmen, sonnigen Tag auf einer Straße gefahren und hat eine Art Wasserpfütze darauf bemerkt – eine Pfütze, die verschwindet, wenn man sich ihr nähert. Das »Wasser« ist in Wirklichkeit ein Blick auf den Himmel, der zu uns hin gebrochen wird, weil die Luft wenige Millimeter über der Straße enorm aufgeheizt ist – sie ist viel heißer als die Luft einige Zentimeter darüber. Das ist ein Beispiel für eine so genannte untere Luftspiegelung. »Untere« bedeutet in diesem Zusammenhang, dass das Phantombild unterhalb des eigentlichen Gegenstands erscheint.

Ultimative Vorzeichen

Das ultimative Vorzeichen der häufigsten Spielart des Grünen Blitzes ist eine untere Luftspiegelung der Sonne selbst. Diese Spiegelung linst genau in dem Moment über den Horizont, wenn der untere Rand der Sonne gerade kurz davor ist, den Horizont zu berühren.

Innerhalb weniger Sekunden fließen die beiden Sonnen zusammen und bilden eine Gestalt, die ungefähr so aussieht wie der griechische Buchstabe Omega (siehe Bildsequenz oben). Das letzte Stück über dem Horizont ist eine vergrößerte Kombination der grünen Ränder der Sonne und ihrer Spiegelung. Es ist groß genug, um es mit bloßem Auge erkennen zu können, und es leuchtet grün – eine bis zwei atemberaubende Sekunden lang.

Um den Grünen Blitz zu sehen, der von einer unteren Luftspiegelung verursacht wird, müssen Sie in der Regel auf gleicher Höhe mit dem Horizont sein. Doch es gibt noch eine andere Art der Luftspiegelung, die einen starken Grünen Blitz hervorrufen kann. Sie ist dann sichtbar, wenn Sie sich hoch über dem Bodenniveau befinden, vielleicht in den Bergen oder auf dem Dach eines Gebäudes. Diese Variante setzt allerdings eine Inversionswetterlage voraus (dabei liegt warme Luft in der Höhe über kalter Luft am Boden). Wenn Sie ein Paar Zacken sehen, die rechts und links aus der Sonne herausstechen, und diese Zacken die Sonnenscheibe hinaufwandern, dann können Sie sich schon einmal darauf gefasst machen, dass sie sich von dem Oberrand der Sonne lösen und in einem grünen Leuchten verschwinden werden.

Bis Sie Ihren ersten Grünen Blitz sehen, müssen Sie möglicherweise einige Geduld aufbringen, doch das sollte es Ihnen wert sein. Außerdem werden Sie viele spektakuläre Sonnenuntergänge und andere Himmelsphänomene beobachten. Alle mögen schöne Sonnenuntergänge – warum sollten Sie also kein Experte für Sonnenuntergänge werden? Eines Tages werden Sie mit der smaragdfarbenen oder blaugrünen Sonnenflamme belohnt, deren Anblick beeindruckender ist, als es selbst ein Jules Verne beschreiben konnte. <<

Fred Schaaf hat mehrere Bücher zur Himmelsbeobachtung veröffentlicht.

Der Himmel auf Erden

Ein Geheimtipp unter Astronomiebegeisterten: die Sternwarten in Chile

>> Govert Schilling

Ein friedlicher Dezemberabend im chilenischen Observatorium Las Campanas: Die Sonne ist gerade untergegangen und die mächtigen Berge im Westen versinken langsam im Nebelschleier der Dämmerung. Ich betrachte dieses wunderschöne Naturschauspiel und stelle mir vor, wie die ersten Astronomen auf dem Rücken ihrer Pferde begeistert die Gegend erkundeten, ein kleines Teleskop stets im Gepäck. Im Norden Chiles stießen sie sozusagen auf Gold, denn so dunkel wie hier ist der Himmel sonst kaum irgendwo auf der Erde.

Heutige Wissenschaftler erreichen Las Campanas (»die Glocken«) mit dem Auto über eine herrliche, geschwungene Straße etwas östlich des Panamerican Highway. Der Name des Observatoriums geht auf ein seltsam klingendes Geräusch zurück, das viele Besucher hier an windigen Tagen hören. Fünf amerikanische Institutionen betreiben gemeinsam die weitläufige Beobachtungsstätte: das 1-Meter-Teleskop Henrietta Swope, das 2,5-Meter-Teleskop Irénée du Pont und die beiden 6,5-Meter-Magellan-Teleskope.

»Besucher kommen sehr gerne hierher«, sagt der Betriebsleiter Jorge Parra, der mich in ein schlossähnliches Restaurant führt, wo zum Essen stets der passende Wein gereicht wird. Auf Las Campanas schließen die Forscher ihre geräumigen Büros nicht ab. Auch die Teleskopgebäude sind für alle geöffnet und jeder Wissenschaftler berichtet begeistert von seinen für die kommende Nacht geplanten Beobachtungen.

Der Astronom Wojtek Krzeminski arbeitet ständig hier. Er benutzt das altehrwürdige Swope-Teleskop aus dem Jahr 1971 für verschiedene fotometrische Programme, unter anderem für die Suche nach den Transits von Exoplaneten. »Heute gelten Ein-Meter-Teleskope als winzig und werden nur für lange, zeitaufwändige Programme verwendet«, sagt Krzeminski, während er am Steuerpult des Instruments sitzt. Auch das 29 Jahre alte Du-Pont-Teleskop wirkt im Vergleich zu den beiden riesigen Magellan-Teleskopen recht klein. »Wir bringen es immer wieder auf Vordermann«, sagt Radostin Kurtev von der Universidad de Valparaiso, »denn wir möchten es auf gar keinen Fall abschaffen.«

Vergessene Helden

Auf dem Weg zurück zu meiner Unterkunft komme ich am bescheiden wirkenden polnischen Ogle-Teleskop vorbei, mit dem Igor Soszynski von der Universidad de Concepción in Chile ständig den Himmel nach Gravitations- und Mikrolinseneffekten in der Nähe des Zentrums unserer Galaxis absucht. Das Teleskop verzeichnet etwa fünfhundert solcher Effekte pro Jahr. Die Glocken von Las Campanas schlagen also fröhlich und optimistisch.

Doch zehn Kilometer entfernt ist die Stimmung eher düster. »Manche nennen dies einen Teleskopfriedhof«, sagt der Chefingenieur von La Silla, Gaetano Andreoni, bedrückt, als wir auf der Plattform des 3,5-Meter New-Technology-Teleskops (NTT) in La Silla (»der Sattel«) stehen. Von hier aus haben wir einen herrlichen Blick über die zehn kleineren Kuppeln auf dem 2400 Meter hohen Bergrücken. »Die meisten kleinen Teleskope bei uns sind bereits eingemottet«, sagt Andreoni.

Lange Zeit habe es in La Silla geradezu vor Geschäftigkeit gesprüht. Heute jedoch steht La Silla im Schatten des Very Large Telescope (VLT), das die Europäische Südsternwarte Eso in den 1990er Jahren etwa sechshundert Kilometer weiter nördlich auf dem Cerro Paranal (»Paranalberg«) gebaut hat. Nur La Sillas drei größte Teleskope sind noch immer >

1 Las Campanas Die Kuppeln des Henrietta-Swope-Teleskops (links), des Optical Gravitational Lensing Experiment (Mitte) und des Du-Pont-Teleskops (rechts) glitzern im Licht der untergehenden Sonne.

FOTO: CARNEGIE OBS., CARNEGIE INSTITUTION WASHINGTON; GRAFIK: S&T

ESO

GOVERT SCHILLING

Der Himmel über Chile Die Silhouetten der Teleskopkuppeln auf La Silla bei Sonnenuntergang (links) und die Sternwarte auf dem Cerro Tololo (CTIO) in Nordchile (rechts). Letztere besteht aus mehr als einem halben Dutzend Kuppeln.

> in Gebrauch. Der klassische 3,6-Meter-Reflektor der Eso erhielt erst kürzlich eine neue Montierung für seinen Zweitspiegel. Die Bildqualität ist dadurch stark gestiegen, die Effizienz des Programms zur Suche nach Exoplaneten unter Leitung von Michel Mayor vom Genfer Observatorium erhöhte sich etwa um zwanzig Prozent. Mayors Team nutzt außerdem einen äußerst empfindlichen Spektrografen – den High Accuracy Radial velocity Planet Searcher (Harps). Dieser hauchte dem alten 3,6-Meter-Teleskop neues Leben ein. Im Mai hat Harps ein Exoplanetensystem aufgespürt, das aus drei Himmelskörpern mit einer ähnlichen Masse wie der von Neptun besteht.

Das New Technology Telescope war weniger mit Glück gesegnet. Während ich um das erstaunlich kompakte Gerät herumgehe, kann ich kaum glauben, dass es bei seiner Einweihung vor 16 Jahren regelrecht revolutionär erschien. Das NTT war das erste Instrument, dessen Spiegel seine dünne Parabolform trotz der Verzerrungen durch Gravitation und Temperaturschwankungen beibehielt. Auch andere am NTT erfolgreich erprobte Techniken haben Wissenschaftler bei neuen Instrumenten, wie etwa dem VLT, eingesetzt.

Da es seinen Zweck erfüllt hatte, wurde das NTT nie mit neuen Kameras oder Spektrografen ausgestattet. Kleine, spezielle Versuchsreihen, etwa mit dem Rapid Eye Mount, einem Sechzig-Zentimeter-Teleskop zum Verfolgen von Gammastrahlenausbrüchen (GRBs) könnten in den kommenden Jahren in La Silla eine wichtigere Rolle spielen.

Aktive Veteranen

Die Mitarbeiter an Chiles ältestem »ausländischem« Observatorium, dem Cerro Tololo Inter-American Observatory (CTIO) etwa 220 Kilometer südlich von La Silla, schätzen die kleinen Dinge. Für kurze Zeit schalten die Bauarbeiter ihre Pressluftbohrer ab und lassen uns zu einem der winzigen Gebäude, die den chilenischen Teil des Prompt-Experiments bilden (weitere Instrumente befinden sich in den US-Bundesstaaten Arizona und Colorado). Die von der University of North Carolina im amerikanischen Chapel Hill gebauten Teleskope – das Panchromatic Robotic Optical Monitoring Telescope und das Polarimetry Telescope – machen Jagd auf das flüchtige Nachglühen von Gammastrahlenausbrüchen. Bis auf eines sind alle sechs Prompt-Teleskope einsatzbereit. Den ersten GRB spürten sie schon im Dezember 2004 auf.

Lange Zeit plante die Mutterorganisation der CTIO, das US-amerikanische National Optical Astronomy Observatory (NOAO), extreme Budgetkürzungen. »Die NOAO hatte entschieden, kein Geld mehr in Teleskope mit einem Durchmesser von weniger als vier Metern zu stecken«, erzählt der dort angestellte Astronom Hugo Schwarz. »Doch das Problem hat sich durch die Initiative zum Small and Moderate Aperture Research Telescope System (Smarts) mehr oder weniger gelöst.« Ein Zusammenschluss aus etwa einem Dutzend Universitäten und anderen Organisationen betreibt das Smarts mit seinen vier kleinen Teleskopen auf dem Cerro Tololo.

Die auf der engen Bergspitze zusammengedrängten kleinen Teleskope überragt eine riesige Aluminiumkuppel. Sie blitzt und blinkt im grellen Sonnenlicht. »Das ist ein ganz schön altes Instru-

ESO

Nur etwa ein Drittel der 18 verschiedenen Teleskope von La Silla werden zurzeit genutzt.

ment«, sagt Schwarz über das darin beheimatete Vier-Meter-Teleskop, »doch es tut noch seinen Dienst.« Der erhabene Blanco-Reflektor mit seiner äquatorialen Montierung ist die identische Kopie des Mayall-Teleskops auf dem Kitt Peak im US-Bundesstaat Arizona. Der Reflektor wurde 1974 als erstes großes chilenisches Teleskop in Auftrag gegeben. In drei Jahren bekommt das Instrument eine Fünfhundert-Megapixel-Kamera, mit der sich kosmologische Untersuchungen durchführen lassen. Diese sollen unter anderem dazu beitragen, dass die Forscher besser verstehen, welche Kräfte zur Expansion des Universums führen.

Chile darf jedes Teleskop auf seinem Grund und Boden zu zehn Prozent nutzen. Außerdem gilt das Land als gleichwertiger Partner beim internationalen Gemini-Projekt, das die Zwillingsteleskope auf dem Mauna Kea, Hawaii, und auf dem Cerro Pachón, nahe dem Cerro Tololo, betreibt.

Neulinge

Geminis 8,1-Meter-Spiegel sind mehr als fünfzig Prozent größer als die Spiegel der Magellan-Teleskope in Las Campanas. Alle Teile des Instruments – die Spiegelzellen, der Teleskopträger, die äquatoriale Montierung – beeindrucken durch ihre Größe. Sogar das neu fertig gestellte 4,1-Meter-Soar-Teleskop des Southern Observatory for Astrophysical Research, das malerisch auf dem steilen Rand des Cerro Pachón thront, wirkt im Vergleich zu seinem riesenhaften Nachbarn eher klein.

Doch nirgends sind die Errungenschaften der Hochtechnologie derart spürbar wie auf dem Cerro Paranal, einem kargen Berggipfel mitten in der trockenen Atacamawüste, etwa sechshundert Kilometer nördlich vom Cerro Tololo. Auf einer holperigen, schmutzigen Straße fahre ich kilometerweit durch eine felsenbedeckte, marsähnliche Landschaft zum Very Large Telescope (VLT) der Eso – dem wohl leistungsstärksten Teleskop auf der Erde.

Von der schlichten Erhabenheit eines altmodischen Observatoriums ist hier nicht viel zu spüren. Zylindrische Gebäude umschließen jedes der vier identischen 8,2-Meter-Teleskope. Sie sind um die dreißig Meter breit, jeweils so hoch wie ein achtstöckiges Haus und wirken wie gigantische Fabriken. Auch die Teleskope selbst sind riesig.

Als ich die luxuriösen Wohnquartiere betrete, erwartet mich ein üppiger tropischer Garten mit einem Swimmingpool und einem Wasserfall. Die ruhige, freundliche Atmosphäre von Las Campanas suche ich vergebens: Jeder trägt ein Namensschild, die Türen sind verschlossen und für alles gibt es Regeln. »Hier geht es zu wie auf einem Militärstützpunkt«, scherzt die argentinische Astronomin Nidia Morell vom Observatorium Las Campanas.

Doch vielleicht ist genau diese effiziente Organisation der Schlüssel zum Erfolg. Das VLT wurde pünktlich fertig und kostete nicht mehr als geplant. Seit April 1999 haben dort arbeitende Wissenschaftler mehr als tausend Fachartikel veröffentlicht. Den vier Hauptteleskopen, auch Unitteleskope (UTs) genannt, wurden vor Kurzem drei bewegliche 1,8-Meter-Hilfsteleskope, die >

Die zentrale Kuppel des CTIO beherbergt das Vier-Meter-Blanco-Teleskop.

GRAFIK: S&T

GEMINI OBS. / AURA

ESO

Giganten der Astronomie Gemini Süd (links) ist für Beobachtungen im infraroten Bereich optimiert. Auf der Ebene von Llano de Chajnantor steht die Zwölf-Meter-Antenne des Submillimeter Atacama Pathfinder Experiment (Apex) (rechts).

> so genannten Auxiliary Telescopes (ATs), zur Seite gestellt. Sie bilden einen wesentlichen Teil des VLT-Interferometers, das seine Ziele im sichtbaren Licht mit einer Auflösung von einer tausendstel Bogensekunde abbildet. Neben den vier riesenhaften Hauptteleskopen wirken die ATs ganz schön mickrig.

Starke Kämpfer

Als ich über die Betonplattform südlich der UTs gehe, beobachte ich, wie die Sonne kaum zwölf Kilometer entfernt in einer niedrigen Wolkenbank über dem Pazifischen Ozean versinkt. Fast unhörbar öffnen sich die Lüftungsfenster und Beobachtungsschlitze der Teleskope Antu und Kueyen. Bald darauf ziehen Melipal und Yepun nach. Die vier heißen wie die Sonne, der Mond, das Kreuz des Südens und die Venus in der Sprache der chilenischen Mapuche-Indianer. Bevor wir in den Kontrollraum des VLT zurückkehren, betrachte ich zusammen mit ein paar anderen Astronomen den farbenprächtigen Sonnenuntergang. Das VLT ist eine große Konkurrenz für das Keck-Observatorium mit seinen beiden Zehn-Meter-Zwillingsteleskopen auf dem Mauna Kea in Hawaii. Seine Bedeutung für die astronomische Forschung ist nicht zu unterschätzen: In den kommenden Jahrzehnten wird es das Zugpferd der europäischen Astronomie sein, denn die klimatischen Bedingungen in dieser abgelegenen Gegend Nordchiles sind für Beobachtungen ideal.

Die Luft in Llano de Chajnantor (der »Ebene von Chajnantor«) enthält nur halb so viel Sauerstoff wie auf Meereshöhe. Jeder meiner Schritte strengt mich an, das Atmen fällt schwer, und wenn ich meinen Kopf zu schnell drehe, wird mir schwindlig. Doch genau hier, mehr als fünftausend Meter über Normalnull, wird während der nächsten sechs Jahre das Atacama Large Millimeter Array (Alma) gebaut.

Alma besteht aus etwa fünfzig beweglichen Radioschüsseln mit je zwölf Meter Durchmesser, die durch ihr Zusammenspiel ein riesiges Interferometer bilden. Wenn die Anlage erst einmal in Betrieb ist, wird sie unvorstellbare Details von der Geburt von Galaxien, Sternen und Planeten zeigen. Wissenschaftler planen die Fertigstellung der ersten Antenne für die zweite Jahreshälfte 2007. Die Partner in diesem millionenschweren Gemeinschaftsprojekt von Europäern, Amerikanern und Japanern haben bereits Testbeobachtungen in Chajnantor durchgeführt.

Teleskope der Zukunft

Zurzeit gibt es auf dem Plateau nur zwei Teleskope: Das Atacama Pathfinder Experiment (Apex) besitzt eine zwölf Meter durchmessende Antenne für den Submillimeterbereich, mit deren Hilfe Astronomen weit in dichte Molekülwolken hineinblicken können, um deren chemische Zusammensetzung und die Voraussetzungen für die Geburt von Sternen zu

GOVERT SCHILLING

Das Soar-Teleskop (links) und Gemini Süd

ESO

Die Kuppeln der vier Teleskope wirken wie riesige Monster aus Metall.

untersuchen. Der Cosmic Background Imager (CBI) des amerikanischen California Institute of Technology (Caltech) verzeichnet seit November 1999 akribisch die kosmische Hintergrundstrahlung.

Doch im nächsten Jahr wird Chajnantor durch den Bau von Alma zum größten chilenischen Observatorium – und zum höchstgelegenen. »Dieses Projekt ist eine Herausforderung«, sagt Jörg Eschwey, der von europäischer Seite für den Bau des Geländes verantwortlich ist, »noch nie hat jemand eine solch riesige Anlage in so großer Höhe gebaut. Ein Viertel aller Arbeiter leiden unter irgendeiner Form von Höhenkrankheit, sogar die Chilenen.« Trotz all dieser Nachteile wird Chile durch Alma mit Sicherheit für viele Jahre zum astronomischen Mekka avancieren.

Im letzten Sommer wurde im Spiegellabor der University of Arizona in Tucson der erste von insgesamt sieben 8,4 Meter Spiegeln gegossen, die alle zusammen das Giant Magellan Telescope (GMT) bilden. Das GMT soll die Auflösung eines 24,5-Meter-Riesenteleskops besitzen. Nach Auskunft von Jorge Parra wird es mit großer Wahrscheinlichkeit in Las Campanas aufgestellt. Der Betriebsleiter ist sich dennoch sicher, dass der Ort seine gemütliche Atmosphäre behält.

Auch andere große Teleskopprojekte warten auf Nordchile. Im Mai 2006 haben Astronomen einen Standort nahe Gemini Süd als künftige Heimat für das 8,4 Meter große Large Synoptic Survey Telescope (LSST) auserkoren.

Wenn das LSST erst einmal in Betrieb ist, wird es alle drei Nächte den gesamten Himmel mit Hilfe seiner digitalen Kamera mit drei Millionen Pixeln absuchen. Auf dem Cerro Negro (»Schwarzer Berg«), ganz in der Nähe von Alma, planen die Cornell University und das Caltech gemeinsam den Bau eines 25-Meter-Infrarotteleskops. Das National Optical Astronomy Observatory (NOAO) sucht zurzeit nach einem geeigneten Platz für das segmentierte amerikanisch-kanadische Dreißig-Meter-Teleskop, das sich immer noch in der Planungsphase befindet, und die Eso zieht Llano de Chajnantor als möglichen Standort für ihr futuristisches Overwhelmingly Large Telescope (Owl) in Betracht. Der Hauptspiegel von Owl soll einen Durchmesser von sechzig bis hundert Metern haben.

»In Zukunft schicken die Forscher vielleicht auch große Observatorien in eine Erdumlaufbahn oder stationieren sie dauerhaft auf dem Mond«, sagt Leopold Infante von der Pontifica Universidad Católica in Chile. »Dann wird sich vielleicht einiges ändern. Doch in den nächsten fünfzehn bis zwanzig Jahren scheint Chiles astronomische Zukunft gesichert.«

Natürlich gibt es auch noch mehrere andere viel versprechende Standorte für die neue Generation sehr großer Teleskope. Doch die Südamerikaner mussten sich nicht besonders anstrengen, um die hervorragenden Bedingungen ihres Landes für Beobachtungen ins Rampenlicht zu heben. »Eine Entscheidung für Chile war nur folgerichtig«, sagt Infante. »Wir müssen niemanden davon überzeugen, dass unser Land aus astronomischer Sicht viel zu bieten hat.« <<

Der Autor und Redakteur **Govert Schilling** lebt in den Niederlanden. Im Jahr 1987 reiste er erstmals nach Chile, im Dezember 2004 noch einmal. Wenn Alma fertig ist, will er zu seinem dritten Besuch nach Südamerika aufbrechen.

Höher geht es kaum: Chajnantors Teleskope liegen 5000 Meter über dem Meeresspiegel.

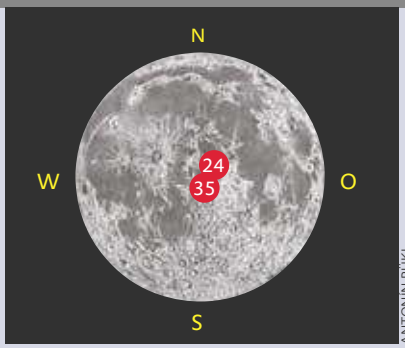
GRAFIK: S & T

Geheimnisvolle Mondrillen

Der Mond bietet mehr als nur Krater, Schluchten und Wälle.

>> Charles A. Wood

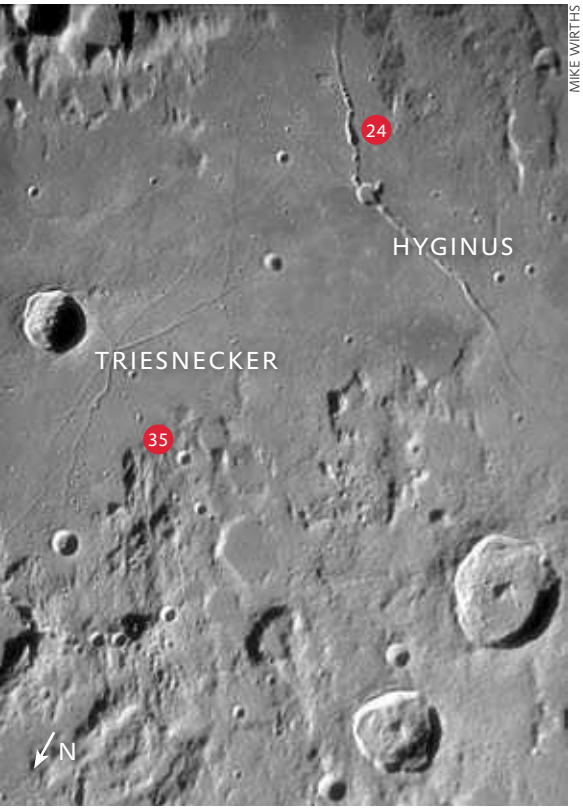
So finden Sie die Rillen



ANTONIN RUKL

Die beste Beobachtungszeit sowohl für die Triesnecker- als auch für die Hyginus-Rillen ist immer bei Halbmond: 28.11., 12.12. und 27.12.2006.

Eigentlich verstehen wir die Mondrillen ziemlich gut. Kurvenreiche Exemplare wie die Hadley-Rille entstanden, als schnell strömende Lavaflüsse an ihren Rändern abkühlten und Dämme ablagerten – derselbe Prozess, durch den sich auch die Lavakanäle auf Hawaii bilden. Runde oder bogenförmige Vertreter dieser Spezies wie die Hippalus-Rille sind Brüche am Rand von eingesunkenen Einschlagbecken. Etwas mysteriöser sind die geraden Rillen (AH 9/2006, S. 48). Viele verlaufen wie die Sirsalis-Rille strahlenförmig von Kratern weg und können oberirdische Hinweise auf tiefer gelegene Gesteinsgänge sein, durch die einst Lava floss, bevor sie sich in die Mondmeere ergoss. Andere geheimnisvolle Strukturen lassen sich jedoch nur schwer in eine dieser Kategorien einordnen.



MIKE WIRTHS

Unterschiedliche Ursachen haben die ähnliche Formationen auf diesem Foto. Süden ist oben rechts.

Die Hyginus-Rille (L24 in den Lunar Top 100) erinnert an die Zeiger einer Uhr, die um zehn vor vier stehen geblieben ist. Sie wurde in den 1680er Jahren von Christiaan Huygens entdeckt und besteht aus zwei Abschnitten, die sich am neun Kilometer großen Krater Hyginus treffen. Der 160 Kilometer lange Teil – der »Minutenzeiger« – verläuft parallel zur nahen, schnurgeraden Ariadaeus-Rille. Der rund achtzig Kilometer lange »Stundenzeiger« weist geradewegs zu dem ausgedehnten Imbrium-Einschlagbecken.

Bei dieser Ausrichtung der beiden Abschnitte liegt der Verdacht nahe, es könnte sich um zwei sich kreuzende Formationen handeln. Details des Kraters zeigen jedoch, dass es nicht so einfach ist. Bei Hyginus handelt es sich nämlich nicht um einen Einschlagkrater: Er hat keinen aufragenden Wall und ist auch nicht völlig rund. Außerdem liegt er am Grund einer unauffälligen, 1500 Meter tiefen und einhundert Kilometer großen Senke. Bei Vollmond erkennen Sie außerdem, dass er in der Mitte eines dunklen Gebiets liegt, das wahrscheinlich aus abgelagerter Vulkanasche besteht. Hyginus ist einer der wenigen ehemaligen Vulkankrater auf dem Mond und der größte, den wir kennen.

Seltsame Gruben

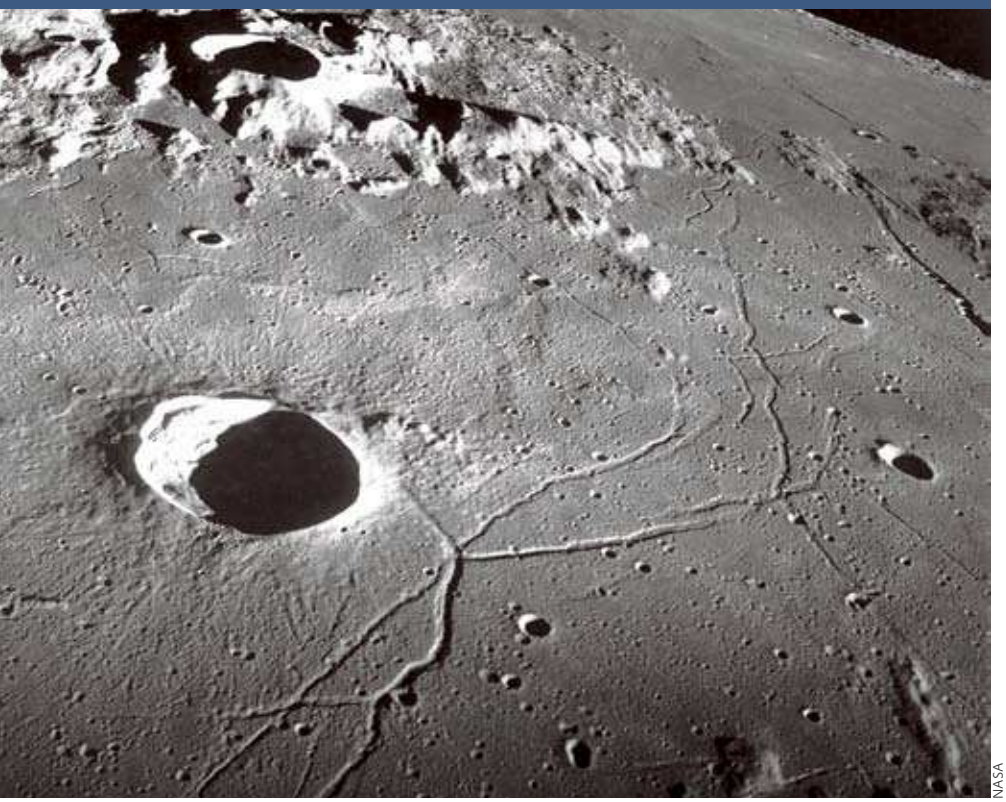
Der kürzere Teil der Hyginus-Rille ist bemerkenswert. Über seine gesamte Länge sind zehn eng benachbarte Gruben verteilt. Sie haben keine Kraterwälle und werden immer kleiner, je näher sie am westlichen Ende der Rille liegen. Diese Gruben sind vermutlich Explosionskrater, die bei einem Gasausbruch entstanden. Auf der Erde wären sie die Überreste einer Wasserdampf- oder Kohlendioxidexplosion. Wir können nur raten, welche Gase einst diese Gruben aushoben, aber es könnten Fluor und/oder Chlor gewesen sein. Zumindest sind sie in den Bodenproben vorhanden, die die Apollo-17-Astronauten zur Erde brachten.

Der längere Arm des Rillensystems hat ebenfalls seine Eigenheiten. Die drei Stellen, an denen der Kanal unterbrochen ist, deuten darauf hin, dass es sich um einen Lavagang handelt, bei dem Teile des Dachs noch nicht eingestürzt sind. Wenn diese Interpretation stimmt, könnten jene Bereiche eines Tages wertvoller Grundbe-

Lunar Top 100 (AH 7-8/2004, S. 54)

24 **Hyginus-Rille:** Rille mit randlosen Einbruchgruben

35 **Triesnecker-Rillen-System:** System von Rillen



NASA

Im Mai 1969 gelang den Astronauten von Apollo 10 diese detailreiche Aufnahme des 26 Kilometer großen Kraters Triesnecker mit dem benachbarten Rillensystem.

sitz werden: Die Höhlen wären geräumige Gebiete, die Schutz vor Strahlung, kleinen Meteoriten und den hohen Temperaturen im Lauf des Mondtags böten – der perfekte Ort für künftige Mietwohnungen auf dem Mond.

Achten Sie einmal darauf, wie das östliche Ende des längeren Arms der Hyginus-Rille durch etwas höheres und hügeligeres Gelände verläuft als der Teil in der Nähe des Kraters. Das könnte darauf hindeuten, dass das Ostende älter ist und vielleicht einen anderen Ursprung hat als der Rest des Systems. Es scheint so, als ob beide Teile eine Folge der Entstehung der Einschlagbecken von Imbrium und Tranquillitatis sind, wobei fließende und explosiv ausbrechende Lava die Details formte, die wir heute sehen.

Wenn Sie Ihr Teleskop auf den Bereich ein Stück südwestlich von Hyginus richten, werden Sie eine andere seltsame Gruppe finden. Die Triesnecker-Rillen (L35) sind eine Ansammlung sehr schmaler Gräben, von denen einige gerade und einige kurvig verlaufen. Dieses System scheint mit keinem Krater zusammenzuhängen. Triesnecker selbst scheint einfach nur ein gewöhnlicher, 26 Kilometer großer Krater zu sein, der zufällig in dieser Gegend entstand.

Das ganze Gebiet ist wahrscheinlich die rillenreichste Region auf dem Mond, auch wenn unklar ist, warum es dort so viele von ihnen gibt. Sie scheinen in mehreren Generationen entstanden zu sein. Die älteren flachen Mulden können Sie nur erkennen, wenn die Licht- und Schattengrenze (der Terminator) nahe steht – sie werfen dann lange Schatten, da die Sonne nur wenig über dem örtlichen Horizont steht. An mehreren Stellen werden sie von jüngeren, schärfer begrenzten Gräben geschnitten. Diese lassen sich keinem Einschlagbecken zuordnen. Bei der großen Anzahl, die in unterschiedliche Richtungen verlaufen, sind einige natürlich auf das Becken ausgerichtet.

Die Triesnecker-Rillen geben keinen Hinweis darauf, dass es sich bei ihnen um Lavagänge handeln könnte, und die vielen verschiedenen Richtungen, in die sie verlaufen, lassen vermuten, dass sie keine oberflächennahen Gesteinsgänge markieren. Für mich sind diese engen Gräben immer wieder ein spannendes Rätsel, wenn ich sie in meinem Teleskop sehe. <<

Charles A. Wood betreut die Webseite Lunar Photo of the Day (www.lpod.org).

SONNENAUFNAHMEN IM LICHT DER ROTEN WASSERSTOFFLINIE (656,28NM) MIT SKYNYX2-0M

- Mosaik aus 4 Bildern: Östliche Sonnenregion mit AR 0901 (aktive Region) vom 25.7.2006
- Refraktor mit f= 660mm / 80mm, Coronado SM60 + BF15 mit Barlowlinse auf f= 2200mm erweitert
- Die Bildrate betrug 60 fps mit einem Notebook mit Intel Duo Prozessor 1,66 GHz

SKYNYX ASTRONOMIE KAMERAS

SKYnyx2-0
- CCD mit 640x480 Pixel
- Bis zu 60 Frames pro Sekunde (Bei voller Auflösung)
- 8 oder 12 Bit pro Pixel
- Farbe und S/W
- T-Mount Anschluß

789,00 € *

SKYnyx2-1
- CCD mit 1392x1040 Pixel
- Bis zu 15 Frames pro Sekunde (Bei voller Auflösung)
- 8 oder 12 Bit pro Pixel
- Farbe und S/W
- T-Mount Anschluß

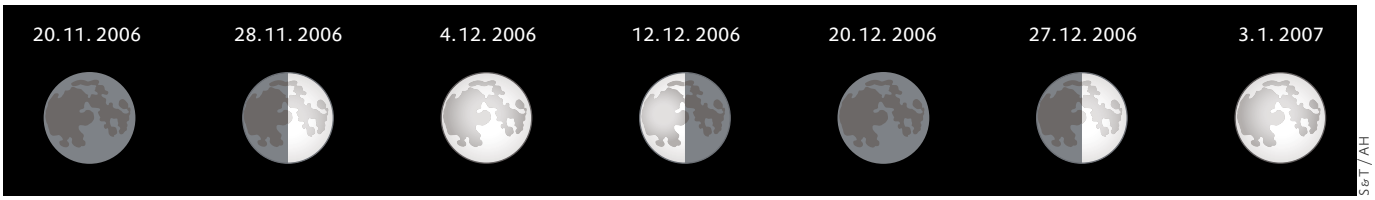
1.275,00 € *

SKYnyx2-2
- CCD mit 1616x1232 Pixel
- Bis zu 12 Frames pro Sekunde (Bei voller Auflösung)
- 8 oder 12 Bit pro Pixel
- Farbe und S/W
- T-Mount Anschluß

1.835,00 € *

FRAMOS ELECTRONIC VERTRIEBS GMBH
Zugspitzstr. 5 - Haus C
82049 Pullach bei München
T +49.89.710 667-0 · F +49.89.710 667-66
info@framos.de · www.framos.de
info@framos.co.uk · www.framos.co.uk
info@framos.it · www.framos.it

* Preis ind. Mwst. und Versand in Deutschland so lange Vorrat reicht.



S&T / AH

Die Sterne der Andromeda-Legende

Hoch im Osten liefern uns einige heldenhafte Sternbilder einen bemerkenswerten Anblick. **>> Fred Schaaf**

An kalten Dezemberabenden bevölkert eine ganze Armada von hellen Wintersternbildern den Himmel vom Zenit bis zum Osthorizont. Doch bevor wir uns ihnen widmen, sollten wir noch mit den Sternen des Spätherbsts abschließen.

Die meisten Himmelsbeobachter kennen die griechische Saga von Andromeda, ihren Eltern, der Königin Kassiopeia und dem König Kepheus, sowie Perseus, der auf seinem geflügelten Pferd Pegasus die Königstochter vor dem Seeungeheuer (Walfisch) rettet. Alle sechs mythologischen Gestalten haben ihren Platz unter den Sternbildern am Himmel gefunden.

Ein Wegweiser zu diesen Figuren ist das Herbstviereck oder Pegasusquadrat tief im Westen. Wenn Sie die Übersichtskarte auf S. 46 so drehen, dass Westen nach unten zeigt, können Sie es dicht über dem Horizont erkennen.

Der östlichste Stern des Vierecks ist Alpheratz. Er gehört zur Andromeda, deswegen lautet seine offizielle Bezeichnung auch Alpha Andromedae (α And). Er ist der Beginn der Hauptlinie von Andromeda, die sich nach Osten über den gleich hellen Sternen Beta (β And) bis Gamma Andromedae (γ And) erstreckt. Alpha markiert dabei den Kopf der Königstochter, Beta die Hüfte und Gamma, ein schöner Doppelstern, den Fuß. Andromeda wird im Profil dargestellt, wobei sie ihr weniger helles Bein Richtung Nordwesten wegstreckt. Direkt vor ihrem Knie befindet sich M31, die große Andromeda-Galaxie. Unter einem dunklen Himmel können Sie diese mit bloßem Auge erkennen. Spätestens im Feldstecher erscheint sie als lang gezogener Lichtfleck. Das Licht dieser Galaxie ist 2,5 Millionen Jahre unterwegs, bevor es die Erde erreicht.

Östlich von Andromeda steht Perseus, der einen Arm in die Richtung von Andromedas anderem Fuß streckt. Im Perseus steht der berühmte bedeckungsveränderliche Stern Algol, der alle 2,87 Tage für ein paar Stunden deutlich schwächer leuchtet.

Wenn Sie die Übersichtskarte jetzt so drehen, dass Nordwesten nach unten zeigt, können Sie auf halbem Weg zum Zenit Kepheus und Kassiopeia erkennen. Kassiopeia ist eine helle Zickzacklinie aus fünf Sternen. Sie ähnelt den Buchstaben W oder M. Zwischen ihr und Perseus liegt der herrliche Doppelsternhaufen h und Chi Persei (siehe »Winterwunder«, S. 48). Beobachten Sie ihn mit einem Fernglas oder einem Teleskop bei geringer Vergrößerung.

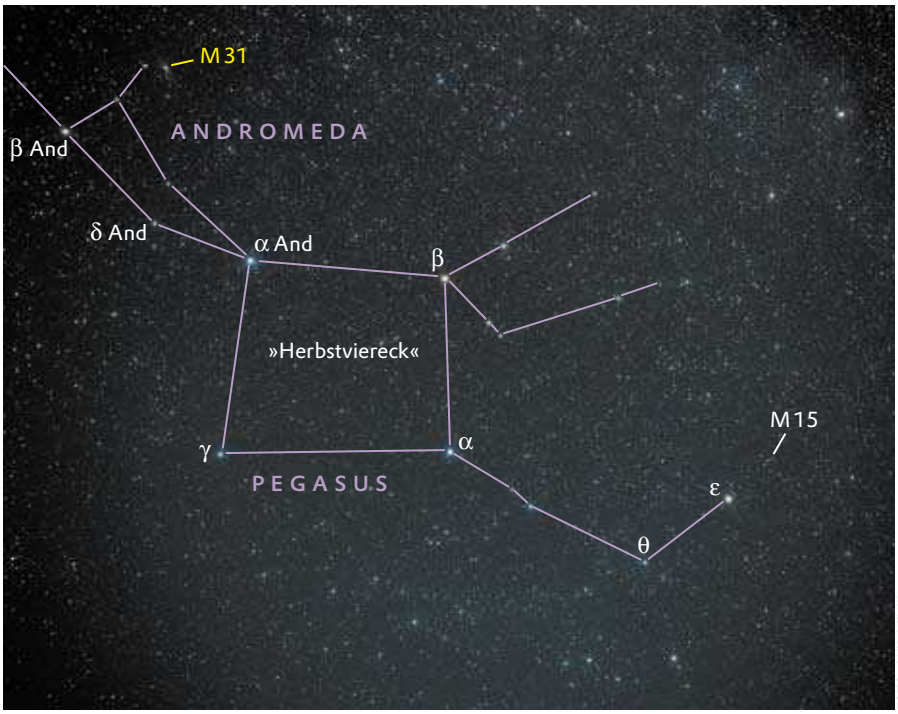
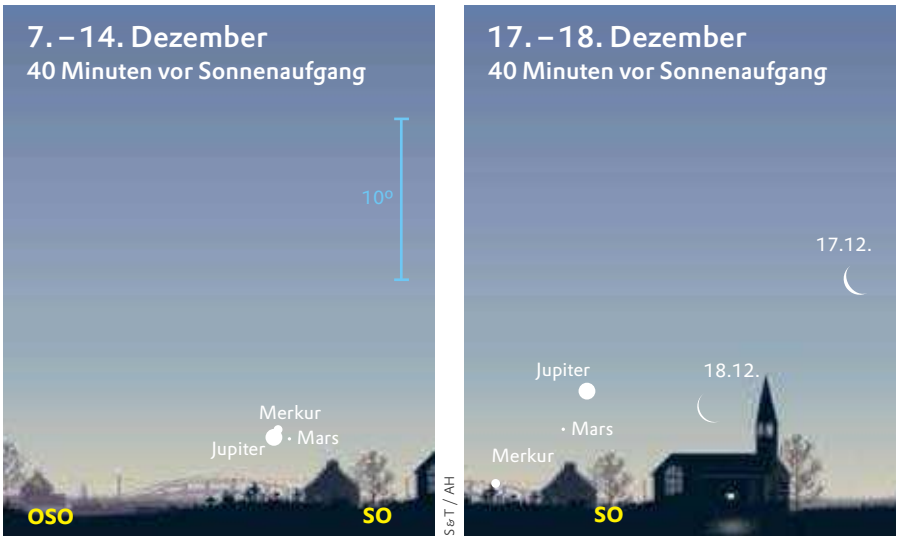


FOTO: AKIRA FUJII

Als auffälliges Sternmuster prägt das Herbstviereck oder Pegasusquadrat den Herbsthimmel. Alpha Andromedae gehörte einst zum Pegasus, hier gehen beide Sternbilder ineinander über.



Planetentreffen für Frühaufsteher Anfang des Monats kommen Jupiter, Merkur und Mars einander sehr nahe (links), eine Woche später besucht sie auch noch die schmale Mondsichel (rechts).

Wenn Sie nun die Karte drehen, bis Süden nach unten zeigt, sehen Sie, dass ein Fuß von Perseus in Richtung der Plejaden zeigt. Das Siebengestirn ist ein Vorbote der hellen Wintersternbilder, die im Osten aufgehen.

Unterhalb der Plejaden leuchtet der orangefarbene Aldebaran (Alpha Tauri, α Tau) mit den schwachen Sternen des großen Hyaden-Sternhaufens. Aldebaran, ein Stern 1. Größe, ist das helle Auge des Stiers (»Taurus«). Neben dem Stier geht der Himmelsjäger Orion auf.

Planeten im Dezember

Venus steht nach Sonnenuntergang sehr tief im Südwesten. Sie steigt den ganzen Winter über immer höher und wird im nächsten Frühling hell erstrahlen.

Saturn geht im Lauf des Monats immer früher auf, gegen Ende Dezember bereits kurz nach 20 Uhr. Mit einem Teleskop können Sie erkennen, wie er mit der Zeit ein bisschen größer und heller wird. Regulus (Alpha Leonis, α Leo) bleibt dabei unterhalb von ihm.

Jupiter, Merkur und Mars kommen sich in der Morgendämmerung am Anfang des Monats ziemlich nahe (Grafik oben links). Jupiter und Merkur leuchten recht hell tief im Südosten, Mars dagegen wesentlich schwächer. Vom 7. bis 14. Dezember passen alle drei in einen Kreis von fünf Grad Durchmesser, entsprechend dem Sichtfenster durchschnittlicher Ferngläser. Vom 9. bis 11. Dezember schrumpft der Kreis auf 1,5 Grad zusammen und in der Morgendämmerung des 10. Dezember sogar auf 1,1 Grad. An diesem Morgen können Sie alle drei Planeten gleichzeitig durch ein Teleskop betrachten, wenn das Okular nur eine geringe Vergrößerung liefert. Ein Feldstecher ist genauso geeignet. Zusätzlich passt noch der Doppelstern Beta Scorpii (β Sco) in das Sichtfenster. Leider stehen sie ziemlich tief, sodass Luftunruhe und Horizontdunst sehr stören.

Der abnehmende Mond geht am Abend des 9. Dezember nahe bei Saturn auf und nähert sich in der Morgendämmerung des 10. immer mehr den Planeten an. Rechts von Jupiter und dem schwächeren Mars hängt eine dünne Mondsichel in der Morgendämmerung des 18. Dezember (Grafik oben rechts). Zurück am Abendhimmel steht nach Sonnenuntergang am 22. ein sehr schlanker Mond zwölf Grad links von Venus nur wenig über dem Horizont.

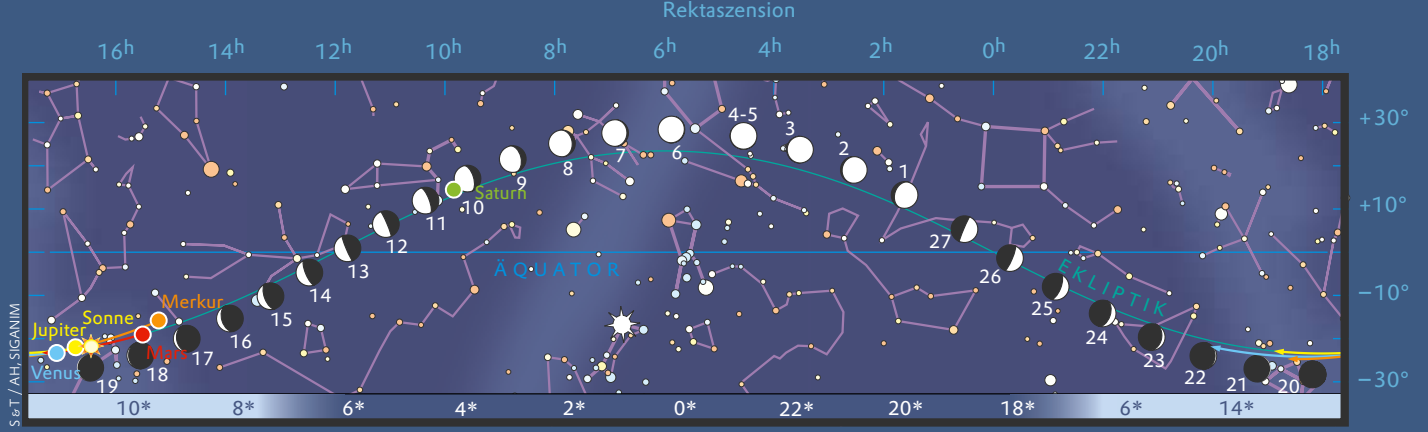
Die Sonne erreicht die Wintersonnwende am 22. Dezember um 1.22 Uhr. Damit beginnt auf der Nordhalbkugel der Winter und auf der Südhalbkugel der Sommer.

Gleich zwei Sternschnuppenströme können Sie im Dezember beobachten: Am 14. Dezember haben die Geminiden ihr Aktivitätsmaximum und am 22. Dezember die Ursiden. <<

Das Monatspanorama zeigt die Phasen und Positionen des Monds vom 1. bis zum 27. Dezember. Die Pfeile kennzeichnen die Bewegungen von Sonne und Planeten vor den Fixsternen von Monatsanfang bis -ende. Die untere Leiste gibt die ungefähre Ortszeit an, wenn der darüberliegende Bereich zur Monatsmitte im Süden steht.

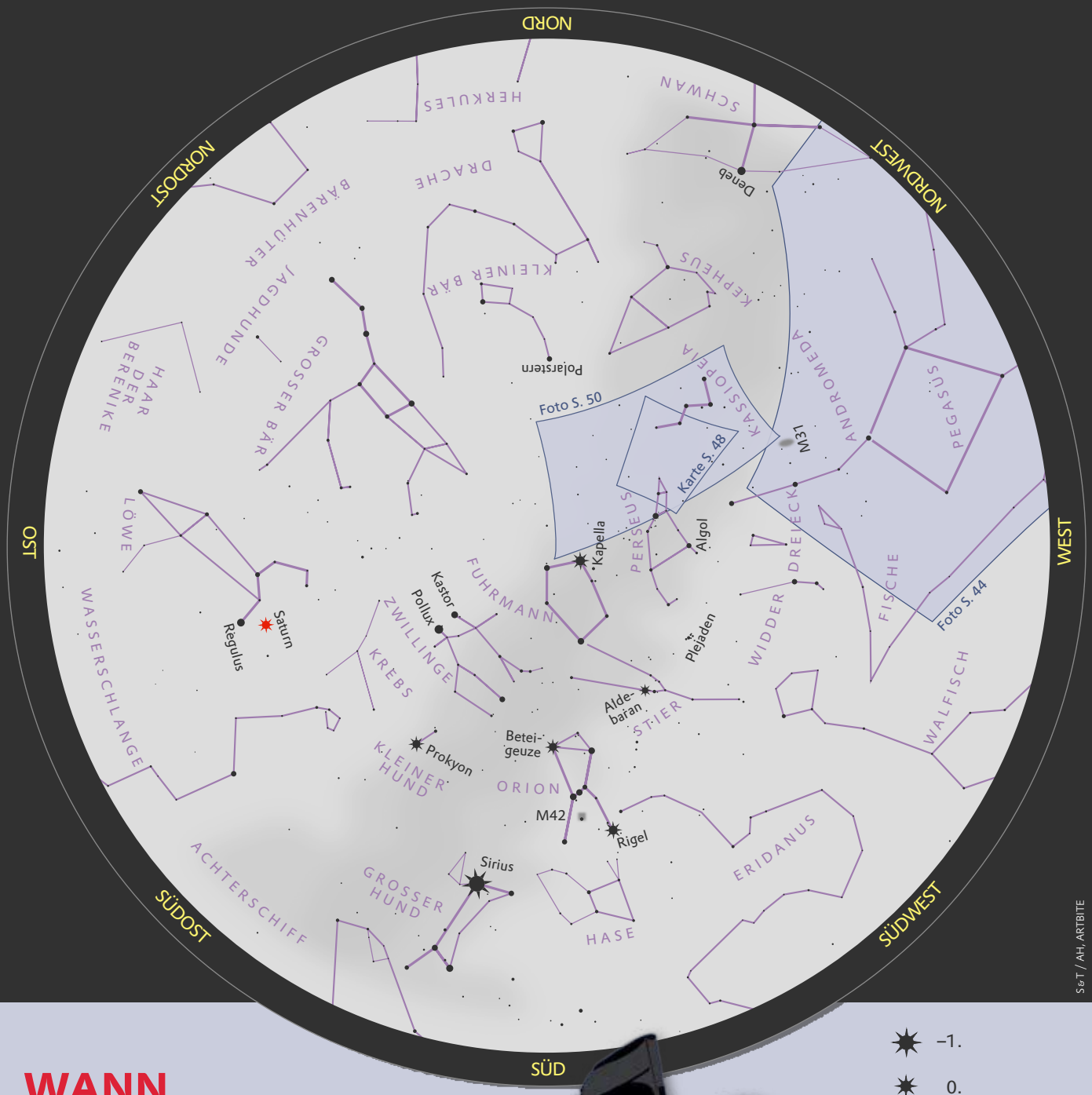
Fred Schaaf kennt viele Sterne und auch die Sagen, denen sie ihre Namen verdanken.

Der Mond und die Planeten im Dezember 2006



Der Mond ist zum besseren Erkennen der Mondphasen auf allen Karten in Übergröße dargestellt.

STERNTAFEL



S&T / AH, ARTBITE

WANN

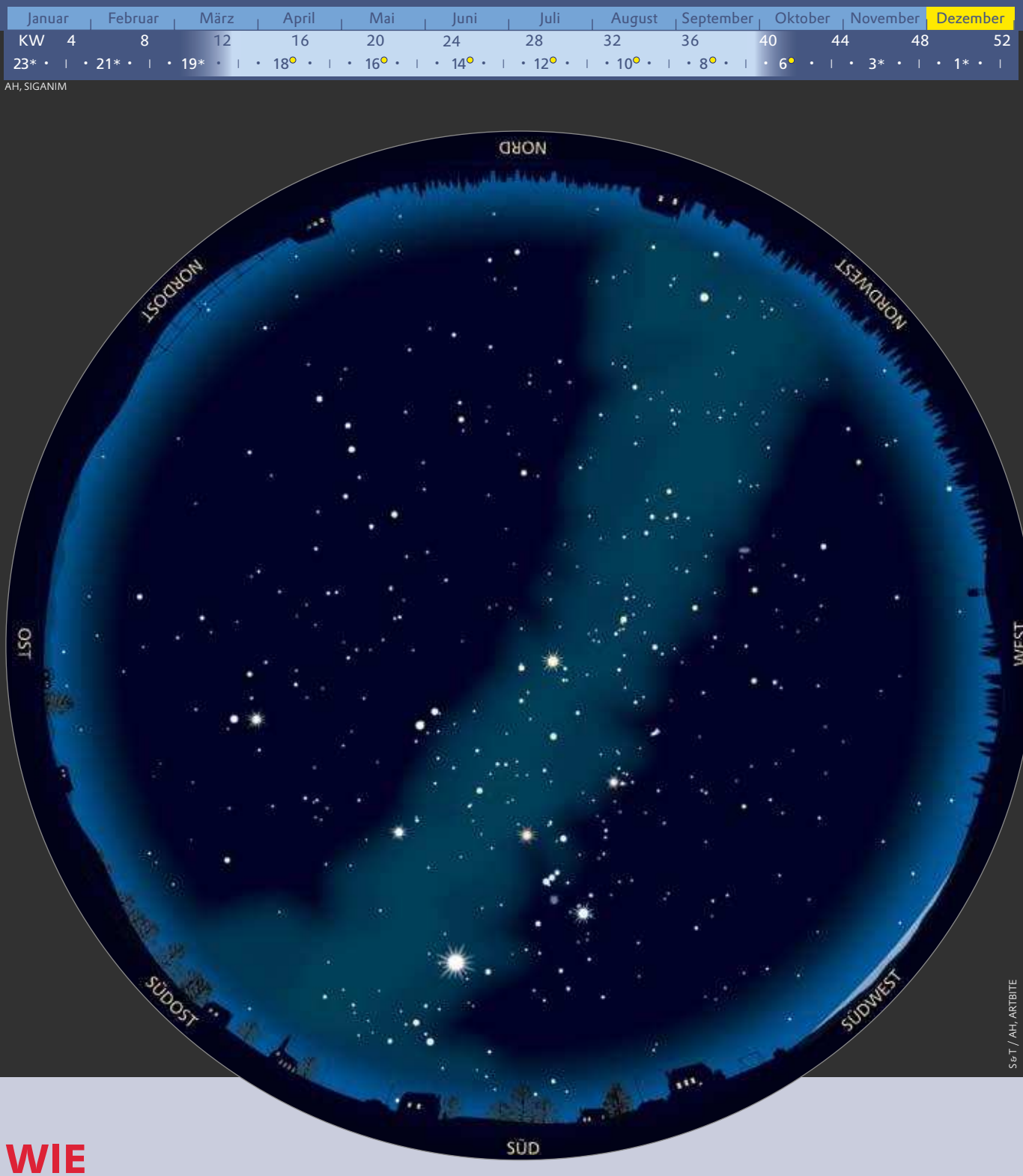
Der Zeitleiste (oben rechts) können Sie die Gültigkeit der Sternkarten entnehmen. Wählen Sie das Datum anhand des Monats oder der Kalenderwoche (KW) und lesen Sie direkt darunter die zugehörige Uhrzeit ab. Beispiele:

Ende November:	**2 Uhr***
Ende Dezember:	**Mitternacht***
Ende Januar:	**22 Uhr***

*Mitteleuropäische Zeit (MEZ, UT+1)
°Sommerzeit (MESZ, UT+2)

S&T

–1.
0.
1.
2.
3.
4.
5. Größenklasse



WIE

Auf den Sternkarten sehen Sie den Himmelsausschnitt, der sich Ihnen zu den in der Leiste (ganz oben) angegebenen Uhrzeiten präsentiert. Die Schwarz-Weiß-Karte (links) verzeichnet die wichtigsten Sternbilder, Namen der hellen Sterne und Fotos oder Detailkarten in diesem Heft. Die Nachthimmelkarte (oben) entspricht dann dem, was Sie unter freiem Himmel sehen.

Zur Orientierung halten Sie die Karten vor sich, und zwar so, dass der Rand mit der Himmelsrichtung, in die Sie schauen, zum Boden zeigt. Die Sterne am Rand der Karte stehen direkt über dem Horizont. Die im Zentrum dargestellten Sterne befinden sich genau über Ihnen – im Zenit.

Beispiel: Das »Herbstviereck« des Pegasus geht im Westnordwesten gerade unter, der Schwan ist schon halb untergetaucht. Der Süden wird von den hellen Sternen dominiert, die das Wintersechseck bilden: Kapella, Aldebaran, Rigel, Sirius, Prokyon und Pollux.

Daneben – weiter im Osten – ist schon das erste der Frühlingssternbilder aufgegangen: der Löwe. Er beherbergt zurzeit den Ringplaneten Saturn.

Die Karten sind für fünfzig Grad nördliche Breite berechnet, das entspricht in etwa der Linie Luxemburg – Frankfurt am Main – Prag. Beobachter in Alpennähe sehen die Sterne im Süden etwas höher über dem Horizont und die im Norden etwas niedriger. In Norddeutschland ist es genau umgekehrt.

Winterwunder

Hoch im Norden erwarten Sie im Dezember eine ganze Anzahl reizvoller Deep-Sky-Objekte. >> Sue French

Zwischen Perseus und Kassiopeia gibt es viel mehr als nur h und Chi Persei.

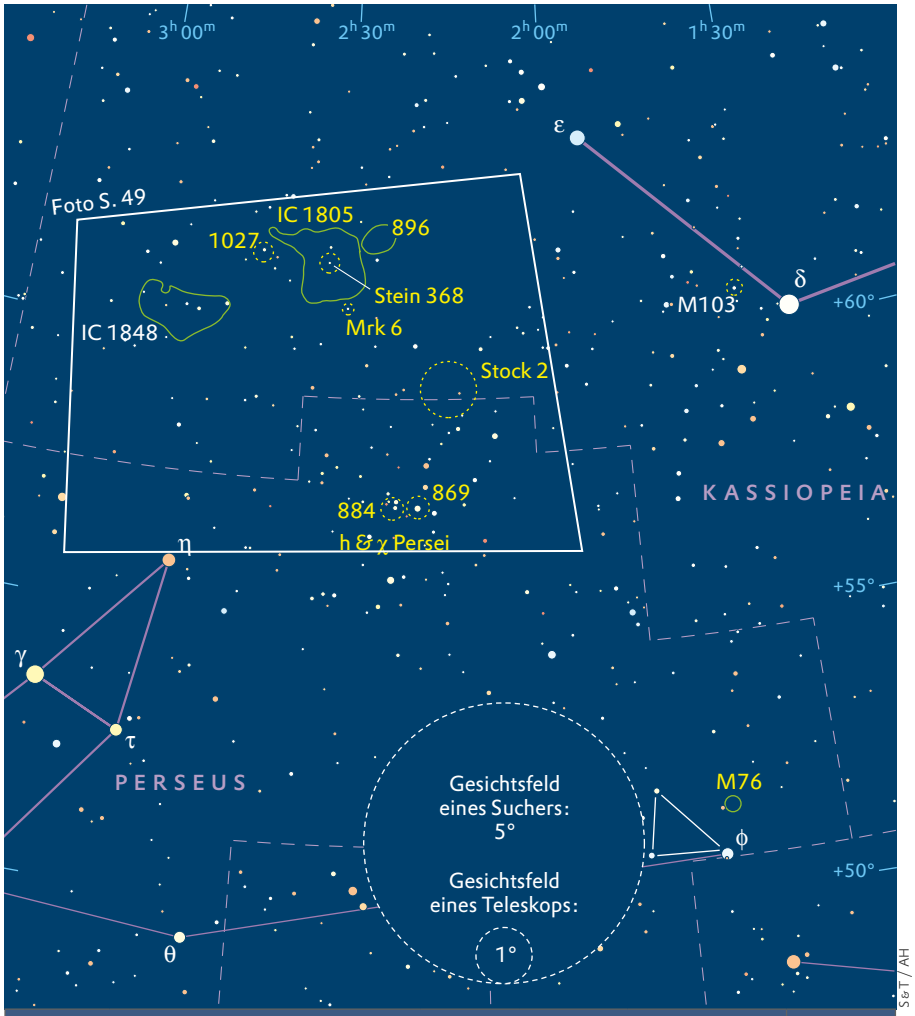
Die Winternächte sind meist bitterkalt, aber die Entbehrungen beim Beobachten lohnen sich: Die klare, trockene Luft bietet häufig bei geringer Luftunruhe eine außerordentlich gute Sicht. Ziehen Sie sich also warm an und begleiten Sie mich auf einer Reise durch den Winterhimmel, die uns von den nördlichen Regionen des Perseus bis in die angrenzende Kassiopeia führt.

Unsere erste Station ist M76, ein hübscher Planetarischer Nebel, der auch als Kleiner Hantelnebel bekannt ist. Beginnen Sie mit der Suche bei Phi (ϕ) Persei, einem blauweißen Stern 4. Größe. Wenn Sie diesen bei niedriger Vergrößerung an den Südrand Ihres Gesichtsfelds bringen, sollte im Norden ein deutlich gelborangefarbener Stern 7. Größe erscheinen. M76 liegt nur zwölf Bogenminuten westnordwestlich von ihm.

Bei 127-facher Vergrößerung erinnert M76 in meinem Vier-Zoll-Refraktor (zehn Zentimeter) an einen Korken. Der rechteckige Nebel leuchtet relativ hell und ist in der Mitte leicht eingedellt. Er ist in Nordostrichtung ausgerichtet und nicht gleichmäßig hell: Der Südwestrand wirkt etwas auffälliger. M76 liegt über der Hypothenuse eines rechtwinkligen Dreiecks, das von einigen schwachen Feldsternen gebildet wird. Wenn Sie mit Lichtverschmutzung zu kämpfen haben, kann ein O-III- oder Schmalbandfilter helfen.

Ein Nebel, zwei Nummern

Unter einem dunklen Himmel erkenne ich gerade so ein schwaches Schimmern, das die beiden Hälften des Nebels trennt. Seine »gespaltene Persönlichkeit« brachte dem Hantelnebel gleich zwei Einträge in J. L. E. Dreyers »New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars« (London, 1888) ein, dem berühmten NGC-Katalog. Der Südwestteil trägt die Nummer 650, während der Nordostteil als NGC 651 verzeichnet ist. Manchmal lassen sich vage die geister-



Beobachtungsziele an der Grenze von Perseus und Kassiopeia

Name	Typ	Mag.	Größe	Dist. (Lj)	Rekt. (2000.0)	Dekl.
M 76	Planetarischer Nebel	10,1	1,7′	4000	1h42,3m	+51° 35′
NGC 884	offener Sternhaufen	6,1	30′	7000	2h22,3m	+57° 08′
NGC 869	offener Sternhaufen	5,3	30′	7000	2h19,1m	+57° 08′
Stock 2	offener Sternhaufen	4,4	60′	1000	2h15,6m	+59° 32′
IC 1805	offener Sternhaufen	6,5	20′	6000	2h32,7m	+61° 27′
IC 1805	Emissionsnebel	–	96′ x 80′	6000	2h32,8m	+60° 30′
Stein 368	Doppelstern	8,0 /10,1	10′	6000	2h32,7m	+61° 27′
NGC 896	Emissionsnebel	7,5	20′	6000	2h24,8m	+62° 01′
NG 1027	offener Sternhaufen	6,7	20′	3000	2h42,6m	+61° 36′
Mrk 6	offener Sternhaufen	7,1	5′	2000	2h29,7m	+60° 41′

Die Größenangabe von M 76 bezieht sich auf den auffälligen, hellen Zentralbereich.

haften Ausläufer erahnen, die sich von den Längsseiten des Nebels nach außen schwingen.

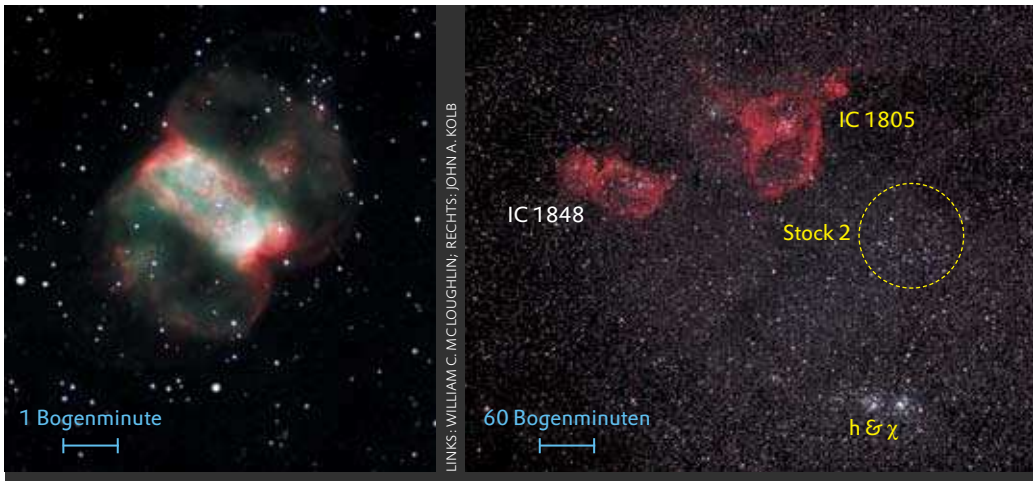
Unser nächstes Ziel ist h und Chi (h & χ) Persei, der berühmte Doppelsternhaufen. Er wurde bereits in der Antike beobachtet, da er für das bloße Auge hell genug leuchtet. Die Sternkarte auf der linken Seite hilft beim Suchen. Beginnen Sie mit den beiden Sternen Gamma (γ) und Delta (δ) im Himmels-W der Kassiopeia – Gamma steht in der Mitte des Ws. Verlängern Sie die Verbindungslinie zwischen den beiden um das Doppelte, dann landen Sie direkt bei h und Chi, die auch Caldwell 14 heißen. Das Paar erscheint als verschwommener Fleck im zarten Band der Milchstraße.

Obwohl man die beiden in ein Gesichtsfeld von einem Grad quetschen kann, wirken sie in einem kurzbrennweitigen Teleskop mit mindestens eineinhalb Grad Gesichtsfeld besser. Ohne ausreichend Umgebung geht der Haufencharakter verloren und man sieht nur »einen Haufen Sterne«. Es handelt sich um einen echten Doppelsternhaufen, da beide etwa dasselbe Alter und denselben Abstand zur Erde haben.

Der östliche Teil trägt die Katalognummer NGC 884. In meinem Vierzöller kann ich bei 68-facher Vergrößerung etwa achtzig helle bis sehr schwache Lichtpunkte auflösen. Südwestlich des Zentrums liegen zwei Sternknoten eng beieinander. NGC 884 enthält einige orangefarbene Punkte, von denen zwei einsam zwischen den beiden Haufen liegen. Diese Sterne sind Veränderliche, deren Farbe Sie am besten in einem kleinen Teleskop während ihrer größten Helligkeit erkennen.

Die westliche Gruppe ist NGC 869. Sie erscheint eine Spur kleiner und etwas konzentrierter als ihr Begleiter. Neben zwei helleren Sternen kann ich weitere sechzig schwächere erkennen. Bei dem hellen Stern im Zentrum liegt im Südosten ein markanter Halbkreis.

Brauchen Sie nach dieser Tour schon einen Stock? Wie wäre es mit Stock 2? Von NGC 869 windet sich eine Sternkette zwei Grad nach Norden bis zu diesem offenen Sternhaufen. Er und der Doppelsternhaufen wirken in Fünfzig-Millimeter-Feldstechern sehr reizvoll. Im Teleskop benötigen Sie ein Weitwinkelokular mit niedriger Vergrößerung, da sich Stock 2 über ein Grad erstreckt.



Eine Sternleiche und junge Sterne Kleinere Teleskope zeigen nur den rechteckigen Kernbereich des Hantelnebels (links). In der lang belichteten Großfeldaufnahme rechts liegt der Gasnebel IC 1805 in der oberen Bildmitte, rechts unten ist der spektakuläre Doppelhaufen h & χ Persei zu sehen, dessen junge Sterne hell leuchten.

Mein kleiner Refraktor zeigt bei 47-facher Vergrößerung eine locker verteilte Gruppe aus ein paar Dutzend Sternen. Die hellsten formen ein Strichmännchen, dessen Kopf nach Westen und dessen Beine nach Osten zeigen. Seine Arme sind nach oben gebogen, als ob er seine Muskeln spielen lassen wollte. Aus diesem Grund hat der Amateurastronom John Davis aus Massachusetts die Gruppe auch sehr passend Muskelmännchen genannt (AH 9/2006, S. 51).

Ein Ring aus Sternen

Unser nächster Halt ist der neblige Haufen IC 1805, drei Grad nordöstlich von Stock 2. Bei 68-facher Vergrößerung erscheint er als lockere Gruppe aus vierzig Sternen mit einem Durchmesser von 13 Bogenminuten. In ihrem Herzen bilden die hellsten einen kleinen Ring, von dem Ketten aus Sternen bis zu 8. Größe ausgehen. In seinem Zentrum liegt der Doppelstern Stein 368. Zehn Bogensekunden östlich des Hauptsterns finden Sie seinen dunkleren Begleiter.

Wenn ich mit der Vergrößerung auf 17-fach heruntergehe, habe ich ein Gesichtsfeld von 3,6 Grad und kann einen ausgedehnten Nebel um den Sternhaufen herum erkennen. Durch einen O-III-Filter ist er viel deutlicher zu sehen. Zu seinen hellsten Bereichen gehören der Sternhaufen und ein ausgedehnter Fleck im Norden und Osten. Vom Ostrand des ausgedehnten Schimmerns aus windet sich ein schwacher Ausläufer erst südlich am Haufen entlang und dann an seinem Westrand aufwärts. Beide Nebelteile sind sehr ungleichmäßig und haben gemeinsam einen Durchmesser von 1,5 Grad. Ein Grad nordwestlich liegt ein kleiner, heller Teil etwas im Abseits: NGC 896. An dunklen Standorten ist er schon im Feldstecher zu sehen.

Lediglich 1,2 Grad östlich von IC 1805 liegt ein weiterer Sternhaufen, NGC 1027. Bei 87-facher Vergrößerung sehe ich eine Sonne 7. Größe, die von rund vierzig schwachen bis sehr schwachen Sternen umgeben ist. Die lockere Gruppe hat einen Durchmesser von etwa 17 Bogenminuten. Die helleren Mitglieder scheinen eine Spirale zu formen.

Eine interessante Gruppe von Sternen finden wir nicht ganz ein Grad südsüdwestlich von IC 1805. Bei 87-facher Vergrößerung ist Markarian 6 (Mrk 6) kein auffälliger Haufen, aber er zeigt eine charakteristische Form. Suchen Sie vier Sterne 8,5ter bis 9,7ter Größe, die fast in Nord-Süd-Richtung eine leicht geschwungene Linie bilden. Fünf schwächere schließen am Südende an und bilden eine Pfeilspitze, während die drei im Norden den Schaft bilden.

Gerade in der Kassiopeia gibt es eine Vielzahl weiterer Sehenswürdigkeiten. Ein Teil des Reizes beim Beobachten liegt in dem Wissen, dass es immer noch mehr zu sehen gibt. <<

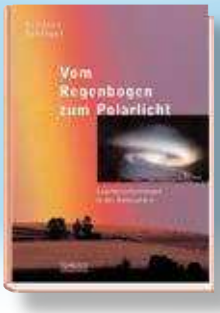
Sue French lässt sich durch Kälte nicht vom Beobachten abhalten.

PRÄMIERTES WISSEN

Gewinnen Sie einen neuen Leser für ein Jahresabonnement von ASTRONOMIE HEUTE – und sichern Sie sich eine attraktive Dankesprämie nach Ihrer Wahl!

512 MB USB 2.0 Stick

Universalgutschein BestChoice über 30 €, einlösbar bei bis zu hundert Anbietern. Umtausch gegen Bargeld ist ausgeschlossen.



Das Buch »Vom Regenbogen zum Polarlicht« erklärt die faszinierenden Leuchterscheinungen in der Atmosphäre klar und verständlich.

Jahresabo spektrum**direkt.** Die tägliche Wissenschaftszeitung im Internet mit über 16 000 Archivartikeln und vielen Links

Bestellen können Sie über den Beihefter, unter der Verlagsadresse, per Telefon: 06221 9126-743, per Fax: 06221 9126-751 oder unter:
www.astronomie-heute.de/abo

FELDSTECHERTIPP

Kemble und seine Kaskade

Häufig ist ein kleines Instrument wie der Feldstecher genau das Richtige, um Unbekanntes am Nachthimmel aufzuspüren, und manchmal hat eine solche Entdeckung sogar Folgen. So beobachtete der kanadische Amateurastronom Lucian Kemble in der 1970er Jahren mit seinem »popeligen« 7×35-Feldstecher im Sternbild Giraffe (»Camelopardalis«) eine Sternkette, die er als »beautiful cascade of faint stars tumbling from the northeast down to the open cluster NGC 1502« in seinen Aufzeichnungen beschrieb. Diese einmalige Aufreihung wurde rasch als Kembles Kaskade berühmt und ist bis heute ein bekanntes Ziel für den Feldstecher geblieben – auch wenn sie nie eine offizielle Katalogbezeichnung erhalten hat.

Der himmlische Wasserfall, wie die etwa zweieinhalb Grad lange Kaskade oft genannt wird, ist nicht schwer zu finden und Sie können Kembles Beschreibung leicht nachvollziehen: Verlängern Sie die Verbindungslinie der beiden äußeren Sterne Kassiopeias, Caph (Beta Cassiopeiae, β Cas) und Epsilon Cassiopeiae (ε Cas), um dieselbe Strecke. In der mit meist schwach leuchtenden Sonnen besetzten Region wird Sie das Wasserspiel förmlich anspringen. Verwenden Sie jedoch im Gegensatz zu Kemble besser einen 7×50- oder 10×50-Feldstecher. Sonst verlieren sich die etwa 20 bis 25 Sterne 7. bis 9. Größe im Gesichtsfeld. Auch lässt ein zu heller Himmel das Funkeln der Sternfontäne schnell verblassen. Lediglich eine einzelne Sonne in der Mitte der Sternkette ist mit 5. Größe deutlich heller.

Am südöstlichen Ende von Kembles Kaskade, sozusagen im imaginären Pool des Wasserfalls, erkennen Sie im Feldstecher noch ein schwaches Leuchten: den offenen Sternhaufen NGC 1502. Aber schauen Sie auf jeden Fall genauer hin! Eine helle Sonne 6. Größe etwa in der Mitte des Haufens entpuppt sich ab 15-facher Vergrößerung als Doppelstern Struwe 485 (Σ 485).

Vielleicht gibt es dabei noch Neues zu entdecken. Sie benötigen lediglich einen Feldstecher und viel Fleiß. Lucian Kemble machte in zwanzig Jahren über 5500 Beobachtungsnotizen und Zeichnungen! **>> Lambert Spix**

H und Chi Persei lassen wir rechts liegen und widmen uns dem Feldstecher-Highlight der Giraffe: Kemble's Cascade!

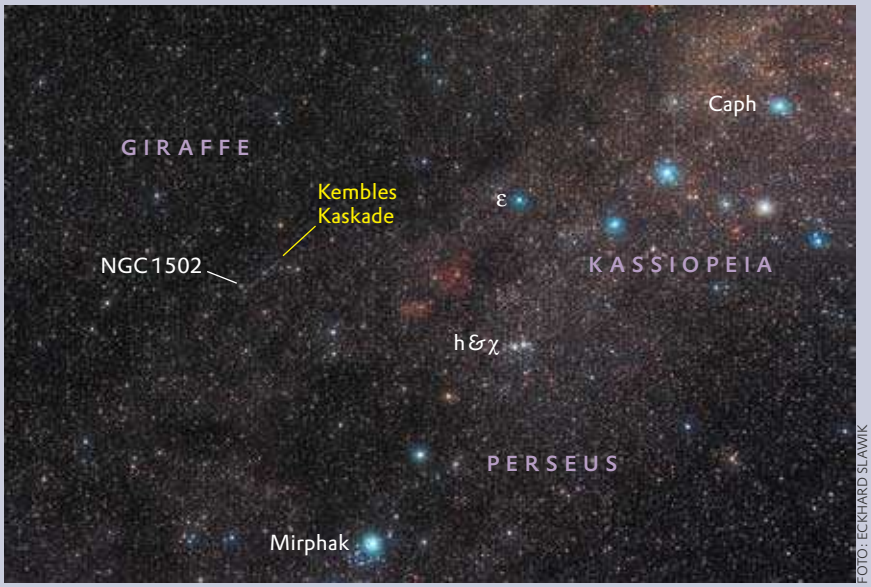


FOTO: ECKHARD SLAWIK

PLANETARIUM HAMBURG / EVANS & SUTHERLAND

Alle Jahre wieder …

Im Zeichen des Sterns von Bethlehem steht das Planetarium Hamburg. Die moderne technische Ausstattung des größten norddeutschen Sterntheaters erlaubt eine spannende Zeitreise in die Vergangenheit.

Die Adventszeit steht vor der Tür – und viele Planetarien werfen einen Blick auf den Stern von Bethlehem.

>> Andreas Scholl

Weihnachtsprogramme haben eine lange Tradition. Vorführungen über den sagenhaften Stern von Bethlehem sind fast so alt wie die Sterntheater selbst. Bereits vor achtzig Jahren ging man in den allerersten Planetarien der Frage nach, welches Himmelsphänomen zu der hell leuchtenden Erscheinung am Himmel des Morgenlandes führte.

Noch heute gehört ein Weihnachtsprogramm in den meisten Kuppeln zum festen Repertoire, doch kaum eines gleicht dem anderen. Allein schon durch die unterschiedlichen Ausstattungen ist dies nicht verwunderlich. Während kleine Planetarien häufig mit einfachsten Mitteln arbeiten müssen, können größere die neuesten Möglichkeiten der Planetariumstechnik ausschöpfen. So wird in Kiel und Hamburg der Stern von Bethlehem mit Hilfe kuppelfüllender Animationen erklärt. Wer die Möglichkeit hat, sollte sich ruhig in mehreren Städten die Weihnachtsvorführungen ansehen.

Fast überall tragen die Vorstellungen den Namen »Stern von Bethlehem«, doch es gibt auch Ausnahmen. So spricht man in Stuttgart vom »Stern der Magier« und in Bochum vom »Rätsel um den Weihnachtsstern«. Im schwäbischen Laupheim, in Augsburg und Nürnberg lautet der Titel: »Und sie folgten einem Stern.«

Eines haben sie aber alle gemeinsam: Sie wollen mit den Besuchern die Ursache für die rätselhafte Himmelserscheinung vor mehr als 2000 Jahren ergründen. Meist werden mehrere Möglichkeiten durchgespielt. Einen Kometen halten viele Historiker für unwahrscheinlich, gilt er doch seit jeher als Unglücksbote. Auch eine Supernova steht auf dem Prüfstand. Wies sie den Heiligen Drei Königen damals den Weg? Schließlich analysieren die Vorführungen den »Hauptverdächtigen« in dieser kosmischen Detektivgeschichte: die drei-

War es ein Komet? Bei der Lösung des Rätsels um den Weihnachtsstern beschäftigt sich das Planetarium der Volkssternwarte Laupheim auch mit dieser Frage.

Planetarien im Web

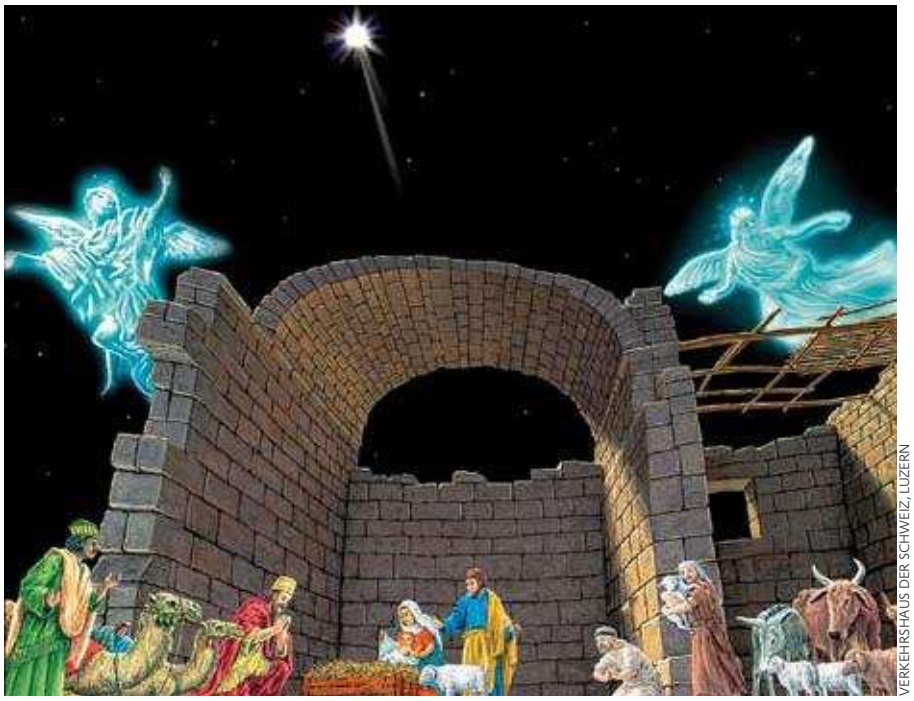
Exklusiv für alle ASTRONOMIE HEUTE-Leser steht eine Übersicht der Weihnachtsprogramme in deutschsprachigen Planetarien mit Adressen und Vorführzeiten zum Download bereit. Die in Zusammenarbeit mit www.planetarium-online.info erstellte Auflistung können Sie kostenfrei unter www.astronomie-heute.de/planetarien abrufen.

fache Konjunktion von Jupiter und Saturn, die heute als wahrscheinlichste Ursache gilt. Demnach begegneten sich die beiden Planeten im Sternbild Fische und erschienen dort als helles Gestirn.

Für viele Menschen ist der Besuch einer Weihnachtsvorführung mit ihrer stimmungsvollen Musik ein fester Bestandteil der Adventszeit. Die Mystik des Sterns von Bethlehem, welcher die Erhabenheit der Heiligen Nacht symbolisch unterstreicht, zieht die Menschen in ihren Bann. Das Publikum hat im Planetarium die Möglichkeit, sich dem Thema Weihnachten nicht nur von einer emotionalen oder religiösen Sichtweise zu nähern, sondern der Erscheinung des Sterns auch aus wissenschaftlicher Perspektive auf den Grund zu gehen.

Alljährlicher Weihnachtsputz

Zahlreiche Sterntheater bieten spezielle Programme für Kinder an. Dabei steht nicht die Erklärung der himmelsmechanischen Begebenheiten im Mittelpunkt, wenngleich auch hier der Sternhimmel eine wichtige Rolle spielt. Vielmehr sollen die Jüngsten mit einer weihnachtlichen Geschichte auf die besinnliche Zeit eingestimmt werden.



VERKEHRSHAUS DER SCHWEIZ, LUZERN

Die drei Weisen aus dem Morgenland sind zusammen mit den Besuchern des Planetariums im Luzerner Verkehrshaus unterwegs auf der Reise nach Bethlehem.

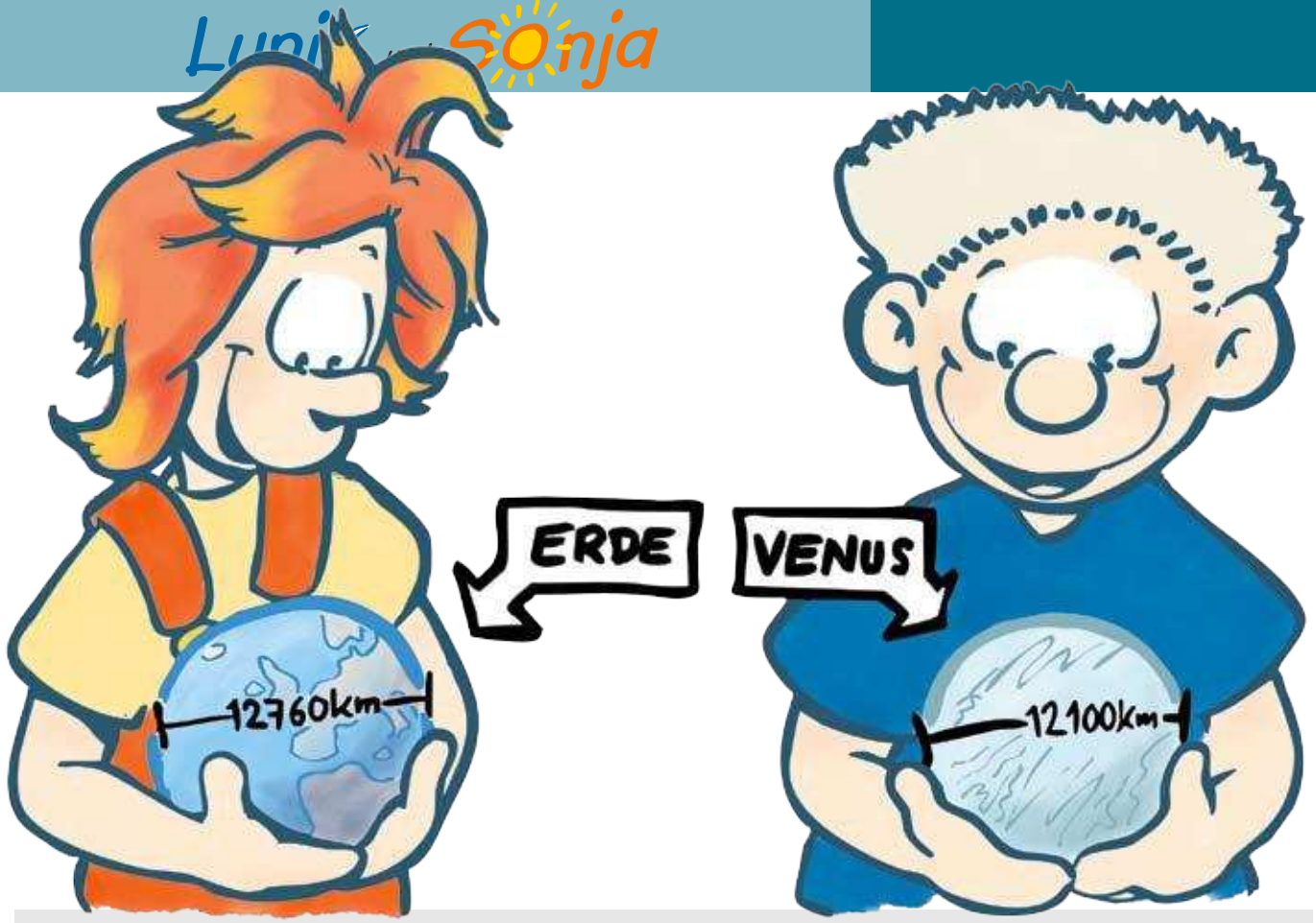
»Die drei Weihnachtssternchen«, eine Produktion der Planetarien Halle/Saale und Cottbus, ist ein solches Programm. Nicht nur diese beiden Häuser zeigen es, sondern auch einige andere, zum Beispiel die Planetarien in Nürnberg, Augsburg, Bochum und Königsleiten (Österreich). Es ist die Geschichte der drei kleinsten Sternchen der Milchstraße, die vom würdigen Obersternmeister damit beauftragt werden, den großen und prächtigen Wintersternbildern beim Weihnachtsputz zu helfen. Schließlich sollen diese den Menschen auf der Erde besonders strahlend und hell leuchten. Die drei entdecken während ihrer Putzaktion jedoch viel Not und Elend auf dem Blauen Planeten. Mit Orions Unterstützung können sie zwar helfen, handeln sich selbst aber großen Ärger ein.

PLANETARIUM LAUPHEIM

In Erkrath (Nordrhein-Westfalen) reisen die Kinder »Mit dem Weihnachtsmann zum Jupiter«, im thüringischen Suhl startet »Tinos Traumreise zum Weihnachtshimmel« und das Astrodrom in Bern zeigt in Mundart »D'Anna u dr Max sueche dr Wiehnachtsstärn«.

Abgerundet wird das weihnachtliche Angebot durch Sonderveranstaltungen und Konzerte. So tritt im Hamburger Planetarium der Schauspieler Rudolf H. Herget als Weihnachtsmann auf und erzählt dort himmlische Geschichten. Das Planetarium Bochum veranstaltet an allen Adventssonntagen eine Matinee mit weihnachtlicher Musik, und in Bremen gibt es das Christmas Special Event – ein Glas Sekt inklusive. So können Sie nicht nur die Sterne genießen, sondern auch schon auf die bevorstehenden Festtage anstoßen. <<

Andreas Scholl ist Fan von Planetarien und Weihnachtsplätzchen. In der Adventszeit ist beides für ihn Pflicht.



ALLE ILLUSTRATIONEN DIESES ARTIKELS: AH, EMDE-GRAFIK

Sonja und Lunic vergleichen die Durchmesser von Erde und Venus miteinander.

Der Venus auf der Spur

>> Cecilia Scorza de Appl

»Schau mal in Richtung Westen, Sonja, dort, wo die Sonne vor ein paar Minuten untergegangen ist: Da steht die Venus!«

»Oh, wie schön, Lunic. Sie leuchtet so hell! Nach Sonne und Mond ist sie das hellste Gestirn am Himmel. Und weil sie nur kurz vor Sonnenaufgang oder kurz nach Sonnenuntergang zu sehen ist, wird sie in vielen Kulturen als Morgen- oder Abendstern bezeichnet.«

»Das liegt wahrscheinlich daran, dass sie immer sehr nah an der Sonne steht und sich wie Merkur am Himmel nie weit von ihr entfernt. Venus wäre auch ein gutes Ziel für eine Erkundungsreise, Sonja! Sie steht sogar noch näher an der Erde als der Mars. Ich habe gehört, dass sie auch die Zwillingsschwester der Erde genannt wird. Und guck mal auf diesem Bild: Beide sind sogar fast gleich groß.«

»Stimmt, Lunic, aber hier enden die Gemeinsamkeiten, denn Erde und Venus sind ansonsten sehr unterschiedlich! In zwei Dingen verhält sich die Venus ganz anders als die Erde: Ein Tag auf der Venus, das heißt eine komplette Drehung um die eigene Achse, dauert 243 Erdentage. Ein Jahr, das heißt eine Umrundung der Sonne, dagegen nur 225 Erdentage. Auf Venus ist das Jahr also kürzer als ein Tag!«

»Du, Sonja, wenn wir Venusianer wären, könnten wir an manchen Tagen zweimal Geburtstag feiern?«

»Ja, das ist richtig, Lunic! Jedenfalls wären die Venusbewohner die ganze Zeit mit Kuchenbacken beschäftigt! Was auch komisch auf der Venus ist: Sie rotiert von Ost nach West. Die Sonne geht dort also im Westen auf und im Osten unter.«

»Ich will unbedingt zur Venus, Sonja!«

»Das geht aber leider nicht, Lunic: Auf der Venusoberfläche herrschen Temperaturen von fast 500 Grad Celsius! Außerdem ist sie ständig von einer dicken, schweren Wolkenschicht bedeckt, die fast völlig aus Kohlendioxid besteht.«

»Oh, ist dieses Gas nicht giftig, Sonja? Und ist das Wetter auf der Venus dann eigentlich immer schlecht? Und warum ist es dort eigentlich so heiß?«

»Das liegt daran, dass diese dichte Schicht aus Kohlendioxid die Venus wie eine heiße Decke umhüllt und so verhindert, dass die Hitze der Sonne wieder ins kalte Weltall abgestrahlt werden kann. Die Venus ist an ihrer Oberfläche sogar noch heißer als der Merkur, der der Sonne viel näher steht.«

»Und wenn wir hier auf der Erde in Zukunft immer mehr Kohlendioxid durch Fabriken, Autos und Umweltverschmutzung in die Atmosphäre pusten, wird die Erde eines Tages genauso aussehen wie die Venus. Das nennt man den Treibhauseffekt!«

»Nur schade, dass wir nicht zur Venus fliegen können. Es klingt alles so unglaublich spannend. Ich bin mir aber sicher, man kann lebensfeindliche Planeten auch anders erkunden, nicht wahr, Sonja?«

»Ja, Lunic! Lange Zeit war es auf Grund der dichten Wolkendecke unmöglich, bis auf die Oberfläche der Venus zu schauen. Dies machte sie sehr geheimnisvoll und die Menschen noch neugieriger. Deswegen haben sie Raumsonden entwickelt und zur Venus geschickt, die die extremen Temperaturen dort verkraften können. Die Ersten waren die Amerikaner im Dezember 1962 mit ihrer Sonde Mariner-2. Sie flog ziemlich nah an der Venus vorbei und funkte viele Messdaten zur Erde, die zeigten, dass sie in eine geschlossene Wolkendecke gehüllt ist. Diese Raumsonde konnte auch den Druck der Venusatmosphäre an ihrer Oberfläche messen. Er ist neunzigmal höher als der Luftdruck auf der Erde!«

»Oh, Sonja! Bedeutet das, dass wir zerquetscht würden, wenn wir darauf landeten?«

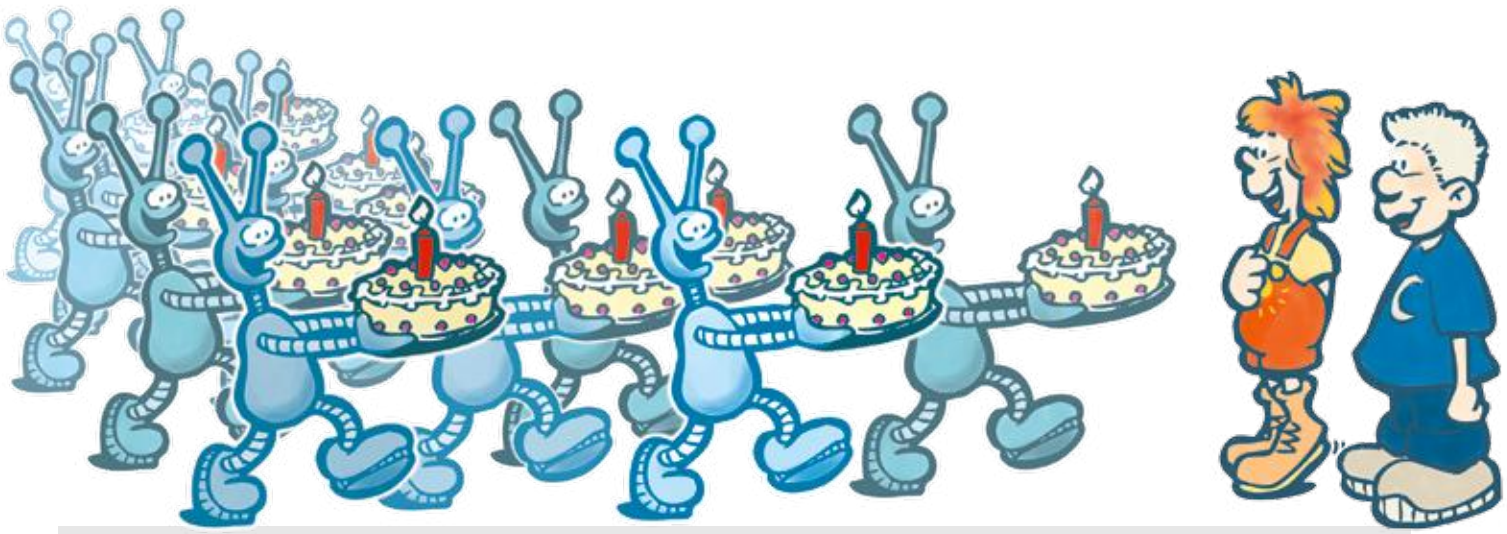
»Ja. Genau das ist den Landekapseln der russischen Sonden Venera 4, 5 und 6 auch passiert: Nach dem Abstieg durch die dichte Venusatmosphäre gingen sie relativ schnell kaputt.«

»Und was haben diese Raumsonden dabei herausgefunden, Sonja?«

»Sie haben vor allem entdeckt, dass die Venus eine vulkanische Welt ist, Lunic. Es scheint, als ob sich ihre Oberfläche erst vor 300 bis 500 Millionen Jahren komplett neu gebildet hat. Dies ist eines der größten Rätsel der Venus. Ihre Landschaft besteht aus riesigen Ebenen mit großen Lavaflüssen und aus Gebirgen, in denen es fast täglich bebt. Auf der Venus gibt es auch die so genannten Pfannkuchenvulkane.«

»Bestimmt, weil sie sich wegen des großen atmosphärischen Drucks nicht sehr hoch auftürmen konnten.«

»Ja, genau so ist es, Lunic. Auf der Erde haben wir viele hohe Vulkane, weil der Druck in unserer Atmosphäre geringer ist als der auf der Venus. Auf ihr gibt es auch Lavaströme, die gewundene Kanäle gebildet haben, von denen der längste fast 7000 Kilometer misst! Und auch die Vulkankrater sind größer als bei uns. Einige haben einen Durchmesser von über hundert Kilometern. Kannst du dir das vorstellen?« >



Ein Venusjahr ist kürzer als ein Venustag: Dort hat man jeden Tag mindestens einmal Geburtstag.

Pfannkuchenvulkane, wie Sonja und Lunic sie sich vorstellen

> »Gibt es auch neue Sonden, Sonja, die die Venus gerade erkunden?«

»Ja, Lunic, erst vor Kurzem ist ein neues Raumschiff in eine Umlaufbahn um die Venus eingeschwenkt. Es ist die erste europäische Sonde, die man dorthin geschickt hat. Sie heißt ›Venus Express‹ und macht ihrem Namen alle Ehre: Die Mission wurde im Jahr 2001 von den Forschern vorgeschlagen. Um Zeit und Kosten zu sparen, wurden auf diesem Raumschiff die gleichen Instrumente eingebaut wie auf Mars Express einige Jahre zuvor. So konnte die Sonde schon wenige Jahre später, am 9. November 2005, starten. Auch ihre Flugzeit war für eine interplanetare Reise sehr kurz: Nur fünf Monate danach, am 11. April 2006, erreichte sie ihr Ziel.«

»Was hat Venus Express denn bisher über unseren Schwesterplaneten herausfinden können, Sonja?«

»Nun, Venus Express hat eine Kamera an Bord, die Bilder macht und anschließend sofort zur Erde schickt. Darauf sind aus etwa 200 000 Kilometer Höhe erstmals die Wolkenformationen über dem Südpol der Venus zu sehen.«

»Sicher wird Venus Express aber keine Venusianer treffen. Der arme Planet ist wegen seiner vielen Vulkane zur Höllenwelt geworden. Aber das wussten die alten Griechen und Römer ja sicher noch nicht, als sie den Planeten nach der Liebesgöttin benannten.« <<

Bau dir deinen eigenen Venusvulkan:

Dazu brauchst du:

- Pappmaschee (gibt's im Bastelgeschäft)
- Gips, Natron, gelbe Lebensmittelfarbe, hellbraune Farbe, Wasser
- zwei Filmdosen
- zwei Strohhalme

Und so wird es gemacht:

Mische das Pappmaschee mit Wasser und knete daraus einen Teig. Forme diesen zu zwei Vulkanen: einen hoch und spitz, den anderen flach. Beide sollen oben eine Öffnung haben, für den Lavafluss!

Warte, bis das Pappmaschee getrocknet ist, und bemale dann beide Vulkankegel mit hellbrauner Farbe. Lass sie wieder trocken. Kürze die beiden Strohhalme so, dass sie etwas länger sind als die Vulkane hoch.

Nimm jetzt die beiden schwarzen Filmdosen, mach je ein kleines, rundes Loch in die Deckel und stecke die beiden Strohhalme hinein. Öffne die Filmdosen und fülle sie mit einer Mischung aus Wasser, Gips, Natron und gelber Farbe. Die Mischung darf aber nicht zu flüssig sein!

Jetzt verschließe die Filmdosen schnell wieder und stelle die Pappmaschee-Vulkane darüber, dass nur noch die Strohhalme durch die Vulkanspitze ragen. Warte ein paar Sekunden und beobachte die Vulkanausbrüche. Kannst du sagen, aus welchem Vulkan die Lava schneller herausfließt? Warte, bis die Lava ganz trocken ist, und sammle dann die Vulkansteine auf.

Venusvulkane – einfach selbst gemacht

Einfach elegant

Seit Kurzem hat Meade seine LightBridge-Teleskope am Markt. Es sind die ersten Dobsons mit Gitterrohrkonstruktion, die in Massenproduktion hergestellt werden. **>> Dennis di Cicco**

Den meisten Hobbyastronomen erscheint es wie ein Traumjob, beruflich Teleskope zu testen. Zumindest entnehme ich das zahlreichen Aussagen von Amateuren. Aus eigener Erfahrung kann ich Ihnen sagen: Ein Traumjob ist es nicht unbedingt. Vielmehr verhält es sich so, dass professionelle Tests bei manchen Instrumenten deutlich mehr Spaß machen als bei anderen.

Zu jenen Teleskopen, die mich von Anfang an überzeugt haben, zählen die neuen LightBridge-Gitterrohr-Dobsons von Meade. Ich kann mich an kein Fernrohr erinnern, das mir ähnlich viel Freude beim Testen bereitet hätte. Keine endlos dicke Anleitung, keine störanfällige Elektronik, kein Rätselraten hinsichtlich der Bedienung. Meades Gitterrohr-Dobsons sind schlicht und einfach hervorragende Geräte, die zwei tolle Eigenschaften in sich vereinen: Sie lassen sich leicht transportieren und bieten gleichzeitig eine große Öffnung. Sie werden kaum mehr als zwei Minuten benötigen, um sie zu beherrschen.

Nichts kann diese Aussage besser belegen als jener Tag, an dem ich die LightBridge-Teleskope zum ersten Mal ausprobierte. Das gesamte Sortiment umfasst einen Acht-, einen Zehn- und einen Zwölfzöller (in Kürze erscheint auf dem deutschen Markt auch ein 16-Zöller; Anm. der Red.). Der Hersteller hatte mir die De-luxe-Versionen des Zehn- und des Zwölfzöllers zur Verfügung gestellt. Die Fernrohre wurden jeweils in zwei überraschend kompakten Kartons geliefert, einer für den Tubus und die optischen Komponenten, einer für die (nicht vormontierte) Rockerbox.

ALLE FOTOS DIESES ARTIKELS: S & T, DENNIS DI CICCO

Reichlich Stauraum behielt der Autor übrig, als er das Zehn- und das Zwölfzoll-LightBridge in den Kofferraum seines Autos lud. Die Teleskope sind überraschend kompakt.

Geschwind errichtet

Ich brauchte nur eine gute Stunde, um meine beiden Instrumente zusammenzubauen. Dabei musste ich nicht ein einziges Mal die Anleitung zu Rate ziehen, abgesehen von einem kurzen Blick auf die kommentierten Abbildungen. Dank hilfreicher Beschriftungen wie »außen« auf den meisten Holzteilen und dank einer herrlich einleuchtenden Konstruktion gibt es für den Teleskopbesitzer wirklich nicht viele Möglichkeiten, etwas falsch zu machen. Nach der Montage kollimierte ich die Teleskope bei Tageslicht mit Hilfe eines Cheshire-Okulars.

Als die Nacht hereingebrochen war, schickte ich mich an, mit den neuen Geräten zu beobachten. Dazu nahm ich lediglich vier Dinge mit: das 26-Millimeter-QX-Weitwinkelokular, das mit den Teleskopen geliefert wird, ein Neun-Millimeter-Nagler-Okular Typ 6 von Tele Vue, eine rote Taschenlampe und einen Himmelsatlas. Der Virgo-Galaxienhaufen stand hoch im Südwesten und ich brauchte keine Sternkarte, um seine Mitglieder M 84 und M 86 zu finden, die zwischen den Sternen Denebola (β Leonis) und Vindemiatrix (ε Virginis) stehen. Mit dem Leuchtpunktsucher der Teleskope hatte ich die Galaxien problemlos angepeilt. Schon beim zweiten Versuch mit dem Zwölfzöller erblickte ich sie klar und deutlich im Gesichtsfeld des 26-Millimeter-Okulars.

Ehe ich michs versah, vergingen anderthalb Stunden, in denen ich sechzig weitere Galaxien des Haufens identifizierte. Trotz des leicht aufgehellten Himmels an meinem Wohnort konnte ich etliche Sterninseln im 26-Millimeter-Okular sehen. Bei anderen musste ich das Neun-Millimeter-Okular hinzuziehen, um ihr Leuchten vom diffusen Hintergrundschein der Lichtverschmutzung zu trennen.

Dann versuchte ich mich an Coma Berenices und weiteren zwölf Galaxien, peilte mehrere Sternhaufen an und schwenkte nordwärts – entlang jenen Sterninseln, die sich zwischen den Konstellationen Jagdhunde und Großer Bär erstrecken. Mit dem Ergebnis war ich vollauf zufrieden. Generell zeigt der Blick durchs Okular nicht jenen Detailreichtum, der sich auf lang belichteten Astrofotos offenbart. Mit dem Zwölf-Zoll-LightBridge erkannte ich dennoch eine Vielzahl feiner Strukturen und genoss eine überwältigende Perspektive, wie sie kein Foto vermitteln kann. >

LightBridge-Teleskope bieten große Öffnungen bei geringem Gewicht und niedrigem Preis. Ihr hervorstechendstes Merkmal ist ihr Gitterrohrtubus – eine technisch ausgereifte Leichtkonstruktion.

Solide Klemmvorrichtungen nebst Rändelschrauben (links und Mitte) machen die Montage eines LightBridge zum Kinderspiel. Alle Teleskope des Sortiments verfügen über Lüfter zur schnelleren Temperaturangleichung des Hauptspiegels (rechts).

> Irgendwann forderte die Natur ihren Tribut und ich war einfach zu müde, um weiterzumachen. Just in diesem Moment fiel mir ein, dass ich den Zehnzöller noch gar nicht ausprobiert hatte. Ich war vom Blick durch den »Zwölfer« so beeindruckt gewesen, dass ich seinen kleineren Bruder schlicht vergessen hatte!

Leichtgewichtig dank Alu-Rohren

Drei Dinge fielen mir sofort auf, als ich die komplett montierten LightBridge-Teleskope betrachtete. Sie sehen sehr gut aus, sind technisch äußerst ausgereift und kommen im Verhältnis zu ihrer Öffnung ungewöhnlich kompakt daher. Den Zwölfzöller kann man leicht für einen Zehnzöller halten und den Zehn- für einen Achtzöller. Selbst ich mit meiner jahrelangen Erfahrung wäre dieser Täuschung fast erlegen.

Dank der Gitterrohrkonstruktion lassen sich die Instumente sehr leicht für den Transport oder die Lagerung zerlegen. Mit umgeklappten Rücksitzen gelang es mir problemlos, den Zehn- und den Zwölfzöller gleichzeitig in meinem Auto unterzubringen – und ich behielt noch reichlich Stauraum übrig! Ohne das Umklappen der Rücksitze konnte ich nur ein Teleskop mitnehmen, dies aber ebenfalls sehr bequem.

Die Gitterrohrkonstruktion ist besonders ausgereift. Sie besteht aus sechs Aluminiumstreben, von denen jeweils zwei mit einem Verbindungselement zu einem Paar zusammengefasst sind. Rändelschrauben und sinnreiche Klemmvorrichtungen am unteren Tubus erlauben es, die Streben in etwa einer Minute zu montieren. Anschließend müssen Sie nur noch den oberen Tubus (mit dem Sekundärspiegel, dem Okularauszug und dem Leuchtpunktsucher) auf die Konstruktion setzen und mit drei Rändelschrauben fixieren – das war's. Auf- und Abbau des Teleskops lassen sich ohne fremde Hilfe schnell und mühelos bewältigen.

Sobald Sie die Schrauben fest angezogen haben, ist der Gitterrohrtubus sehr steif. Ich konnte ohne Weiteres zwei gegenüberliegende Streben anpacken, das Teleskop damit aus der Basis heben und durch die Gegend tragen. Die beiden dicken Aluminium-Lagerzapfen am unteren Tubus, auf denen das Teleskop ruht, haben Kränze, die sich nach außen verjüngen. Dies erleichtert es, das Fernrohr von oben in die Basis zu setzen. Weil Dobson-Montierungen nicht auf den Himmelsnordpol ausgerichtet werden müssen, besaß ich keinerlei Hemmungen, die Instrumente mehrmals pro Nacht umherzutragen und an beliebigen Orten aufzustellen. So konnte ich die Objekte am Nachthimmel stets aus der günstigsten Position heraus beobachten.

Bemerkenswert an den LightBridge-Teleskopen sind auch der Crayford-Okularauszug mit 35 Millimeter Fokussierweg, eine Bremse für die Höhenachse, die zusätzlich montiert werden kann, sowie ein eingebauter Lüfter zur schnelleren Angleichung des Teleskops an die Umgebungstemperatur. Dieses Gebläse kann die Zeit, bis der Hauptspiegel auf Außentemperatur abgekühlt ist, um die Hälfte verkürzen! Einige Tests, die ich durchführte, zeigten klar, dass die Luft vom Ventilator den Spiegel und seine Ränder frei umströmt.

Im Lieferumfang jedes LightBridge befindet sich eine Schutzkappe für den Hauptspiegel. Sie besteht aus dünnem Plastik und kann sowohl Staub als auch Pollen sehr effektiv abhalten. Ihr Gewicht ist so gering, dass sie keine ernst zu nehmenden Schäden am Spiegel verursacht, sollte sie Ihnen einmal versehentlich in den Tubus fallen – ich spreche aus Erfahrung. Sie benötigen allerdings einen sicheren Platz für die Kappe, wenn Sie draußen beobachten. Jeder kleine Windzug kann sie davonblasen, und sie wäre platt wie eine Briefmarke, wenn Sie aus Versehen draufträten.

Zwei Dinge an den Teleskopen haben mich ein wenig geärgert. Zum einen ist das Innere des Tubus nicht durchgehend schwarz. An den offenen Enden des oberen und unteren Tubus befinden sich weiße Ringe, die von der Position des Okulars aus deutlich zu sehen sind und störendes Streulicht verursachen. Ich empfehle allen LightBridge-Besitzern, diese Ringe mattschwarz einzufärben. Zudem zeigt sich der weiße Boden des unteren Tubus als heller Kreis um den Hauptspiegel – beim Zwölf- mehr als beim Zehnzöller. Auch er sorgt für Streulicht.

Am Schräubchen gedreht

Das andere Ärgernis betrifft die Kollimation der Teleskope, besonders beim Zwölfzöller. Die Optik »perfekt« einzustellen, kann bei großen Newton-Teleskopen eine überaus lästige Angelegenheit sein, weil der Beobachter ständig vom Hauptspiegel zum Okular wechseln muss und umgekehrt. Bei den LightBridge-Geräten wird der Hauptspiegel mit kleinen Rändelschrauben festgehal-

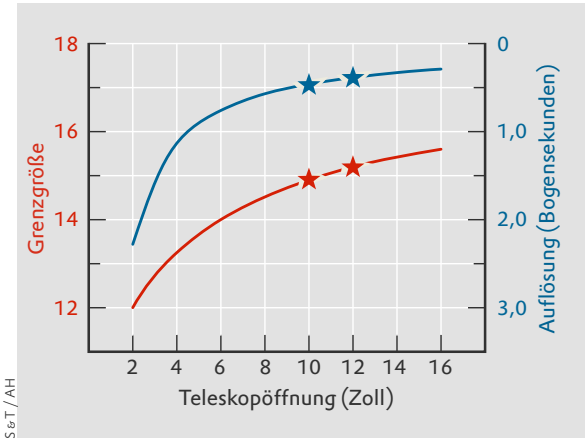
ten und justiert, damit ihn der Benutzer ohne zusätzliches Werkzeug verstellen kann. Das ist an sich eine gute Idee, aber ich fand die Schrauben deutlich zu leichtgängig. Jedes Mal, nachdem ich kollimiert hatte und die Feststellschrauben anzog, veränderte sich die Spiegelstellung ein wenig. Auf diese Weise wird die Kollimation zur Qual – besonders nachts, wenn Sie sich an Beugungsringen um Sterne orientieren möchten.

Allerdings halte ich eine perfekte Kollimation auch nicht für so wichtig. Mancher wird mir widersprechen, aber ich bin der Meinung, bei mittleren und niedrigen Vergrößerungen reicht eine gute Kollimation allemal aus. Wirklich präzise muss sie nur bei sehr hohen Vergrößerungen sein. Deshalb war ich mit beiden LightBridge-Teleskopen vollauf zufrieden, selbst wenn ich die Optik »nur« bei Tageslicht mit einem Cheshire-Okular justiert hatte. Zudem stellte ich fest, dass die Geräte, wenn ich sie auseinander- und wieder zusammenbaute, meistens hinreichend kollimiert blieben.

Verschiedene Tests bestätigten meinen visuellen Eindruck, dass die Optik in beiden Teleskopen gut korrigiert war. Meine Messungen zeigten außerdem: Die Brennweiten der Instrumente stimmten bis auf zehn Millimeter genau mit den angegebenen Werten überein.

Beide Fernrohre ließen sich leicht bewegen – sowohl vertikal als auch horizontal. Der Zwölfzöller besaß in dieser Hinsicht geringfügige Vorteile gegenüber dem Zehnzöller. Die Lagerzapfen am unteren Tubus ruhen innerhalb der Rockerbox auf zwei Filzstreifen. Zwischen den Zapfen und dem Filz tritt eine sehr geringe Reibung auf, wodurch sich die Teleskope mühelos in der Höhe verstellen lassen. Der Filz »verzeiht« es auch leichter, wenn versehentlich etwas Schmutz zwischen die Reibungsflächen gelangt. Bei Teflon- oder Plastiklagern können eindringende Schmutzpartikel die Oberfläche des Lagerzapfens ankratzen, was die Leichtgängigkeit des Teleskops beeinträchtigt. Mit dem Filz passiert Ihnen das nicht.

Theoretisch können Sie mit einem Zehn- oder Zwölfzöller noch Sterne 15. Größe sehen. Die maximale Auflösung, die Sie mit diesen Instrumenten erreichen können, liegt bei 0,5 Bogensekunden.



S&T / AH

Bremsen ist nicht immer besser

Die mitgelieferte Bremse für die Höhenachse leistete mir gute Dienste, als ich schwere Okulare einsetzte. Allerdings können Sie einer kopflastigen Gewichtsverteilung auch mit anderen Mitteln entgegentreten. Da sowohl der obere als auch der untere Tubus aus Stahl besteht, ist es ein Leichtes, dort geeignete Ausgleichsgewichte anzubringen – zum Beispiel mit Magneten. Besonders wenn Sie mit hohen Vergrößerungen arbeiten, mag es besser sein, das Instrument auszubalancieren, als seine Höhenachse schwergängiger zu machen.

Die De-luxe-Versionen der LightBridge-Modelle verfügen über eine sehr leichtgängige Azimutachse – zu leichtgängig, wie manche Leute sagen. Der obere Teil der Basis ruht auf einem Rollenlager und lässt sich daher mit minimalem Kraftaufwand drehen. Allerdings kann man mit einer Rändelschraube Druck auf das Lager ausüben und den Drehwiderstand nach Wunsch erhöhen.

Schwingungen der Teleskope, verursacht durch Bodenerschütterungen, klingen schon nach kurzer Zeit ab. Wenn ich zu den Geräten laufe, brauche ich nie länger als drei Sekunden zu warten, bis ich mit der Beobachtung beginnen kann – selbst mit dem Zwölfzöller bei starken Vergrößerungen. In meinen Versuchen war es für das Schwingungsverhalten der Teleskope bedeutungslos, ob >

Goldenes Jubiläum

Im Jahr 1956 baute John Lowry Dobson, zu der Zeit hinduistischer Mönch, ein Zwölf-Zoll-Spiegelteleskop – sein erster Fernrohreigenbau (AH 10/2005, S. 52). Der damals 40-Jährige hatte sich von dem Buch »Making your own telescope« von Allyn J. Thompson inspirieren lassen. Nachdem er eine Weile erfolgreich mit dem Gerät beobachtet hatte, setzte sich in ihm ein Gedanke fest: Er wollte es allen Menschen ermöglichen, ein gutes Teleskop für wenig Geld zu erwerben.

Dobson entwickelte äußerst unkonventionelle Fernrohre. Seine Ideen erlaubte es, mittels einfachster Technologien und aus Abfallmaterial Spiegelteleskope mit großer Öffnung zu bauen. Allerdings dauerte es zwanzig Jahre, bis sich seine Erfindungen in der Amateurszene etabliert hatten. Dann jedoch verbreiteten sich seine Teleskope derart rasch, dass sie eine regelrechte »Dobson-Revolution« auslösten.

Seine Konstruktionen waren für Dobson immer nur ein Mittel, um möglichst vielen Leuten den tiefen Blick ins Weltall zu ermöglichen. Schon bald aber gingen hartgesottene Tüftler daran, seine Konzepte zu modifizieren und zu optimieren. 1982 erschien ein zweiseitiger Artikel des schwedischen Amateurastronomen Ivar Hamberg, in dem dieser einen extrem gut zu transportierenden 17½-Zöller beschrieb. Hamberg hatte den Tubus als Gitterrohrkonstruktion aus Aluminiumstreben ausgelegt.

Die Idee des Schweden wurde sehr rasch von Teleskopherstellern auf der ganzen

Welt kopiert. Diese setzten das Gitterrohrprinzip bislang vor allem bei teuren Fernrohren ein. Das ändert sich nun mit den neuen LightBridges von Meade. Diese Instrumente bieten die Vorteile des Gitterrohrtubus zu einem sehr günstigen Preis.

Weiße Stellen innerhalb des Tubus schmälern den guten Gesamteindruck der Teleskope. Es geht um die Tubusränder (rechts) und einen Streifen rings um den Hauptspiegel (Mitte). Diesen Streifen bedeckt beim Zehnzöller ein Metallring (links).

> sie auf weichem Gras oder gepflastertem Grund standen.

Mehrmals wünschte ich mir eine Abdeckung für den offenen Gitterrohrtubus, um einfallendes Streulicht abzublenden. Diese hätte auch verhindern können, dass der Sekundärspiegel mit Tau beschlägt. Meade hat angekündigt, solche Abdeckungen auf den Markt zu bringen. Aus meiner Sicht lohnt deren Anschaffung (es ist aber noch unklar, was diese Teile auf dem deutschen Markt kosten werden; Anm. d. Red.).

Die Waage verrät es

Eines fand ich an den LightBridges besonders überraschend: ihre Gewichtsverteilung. Der Zwölfzöller sieht genauso wie der Zehnzöller aus, nur dass er eine zwanzig Prozent größere Öffnung besitzt und etwa zwanzig Prozent mehr wiegt. Das ist ungewöhnlich, nimmt doch die Masse von Spiegelteleskopen normalerweise mit dem Quadrat der Öffnung zu. Überdies bringt der untere Tubus des Zwölfzöllers lediglich 1,4 Kilogramm mehr auf die Waage als jener des Zehnzöllers – das entspricht einem Plus von nur zehn Prozent! Wie kommt das?

Die Antwort lautet: Es ist nicht der Zwölfzöller, der besonders leicht ausfällt. Vielmehr ist sein kleiner Bruder überproportional schwer. Das liegt an einer baulichen Besonderheit des Zehnzöllers: einem großen Metallring im unteren Tubus, der als Gegengewicht fungiert.

Wie fällt der Vergleich zwischen dem Zehn- und dem Zwölfzoll-LightBridge aus? Generell gilt, dass die Leistung eines Spiegelteleskops vor allem von seiner Öffnung abhängt. Da der »Zwölfer« nur wenig größer, wenig schwerer und fast ebenso gut zu lagern ist wie sein kleiner Bruder, schneidet er aus meiner Sicht technisch besser ab. Der Hauptvorteil des Zehnzöllers besteht in seinem deutlich niedrigeren Preis.

Gewöhnlich warne ich angehende Teleskopbesitzer davor, ausschließlich nach der Öffnung des Instruments zu gehen und dabei solche Dinge wie Größe, Gewicht, Lagerung, Transport und Aufbau des Geräts nicht gebührend zu berücksichtigen. Aber im Fall des Zehn- und des Zwölfzoll-LightBridge spielen diese Aspekte nur eine untergeordnete Rolle. Aus meiner Sicht ist die Entscheidung zwischen diesen beiden Instrumenten in erster Linie eine Frage des Preises. <<

Dennis di Cicco arbeitet nunmehr seit fast dreißig Jahren mit Dobsonteleskopen. Er baute selbst Spiegelfernrohre und ließ sich dabei vom Dobson-Teleskoptyp inspirieren.

Von acht bis sechzehn

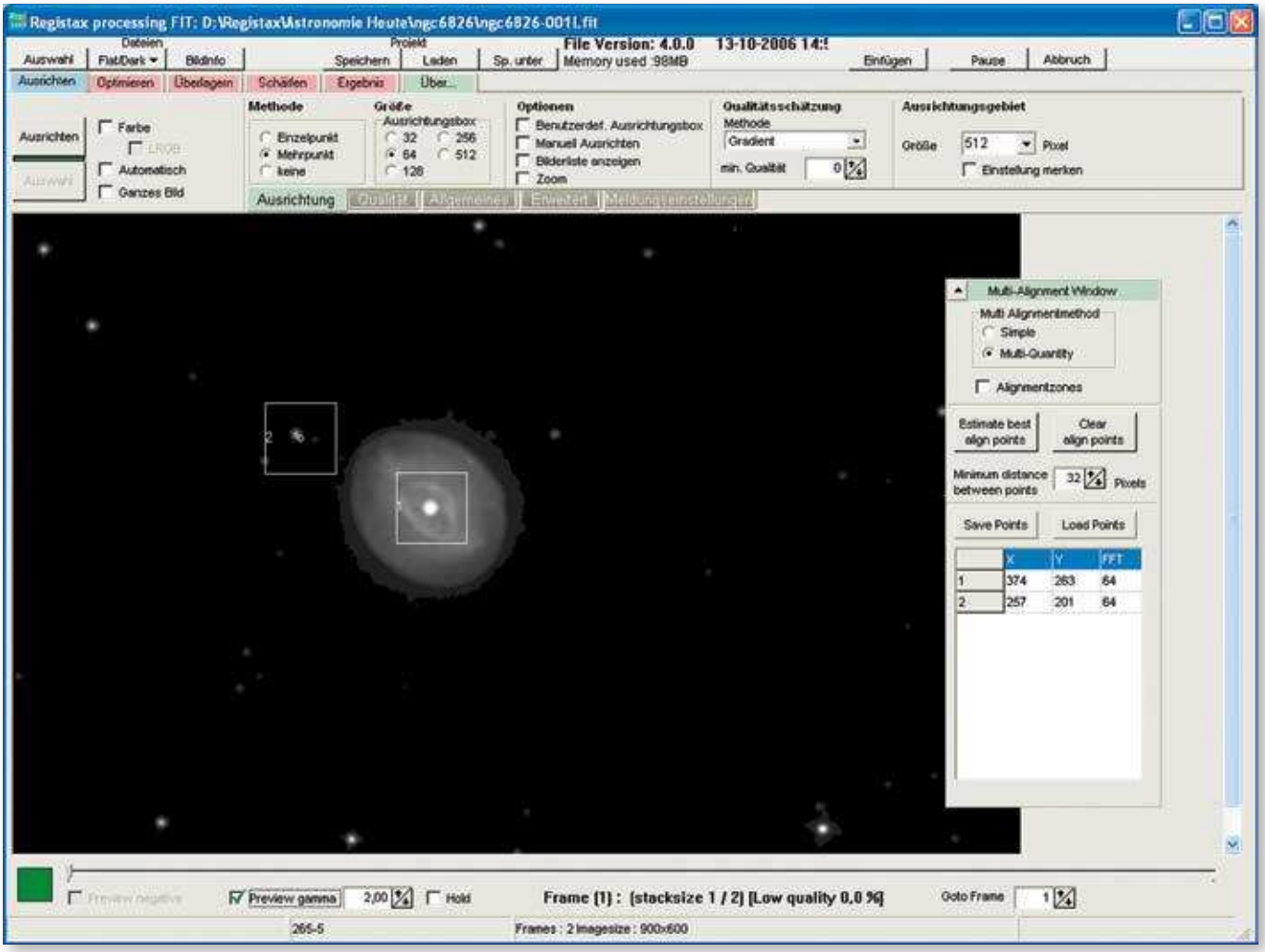
Die LightBridge-Teleskope von Meade sind derzeit in drei Öffnungen erhältlich: acht, zehn und zwölf Zoll. Voraussichtlich im März 2007 erscheint eine 16-Zoll-Variante. Jede Teleskopgröße gibt es als Standard- und De-luxe-Ausführung, bis auf den 16-Zöller, der nur in de luxe kommt.

Die De-luxe- unterscheidet sich von der Standardversion durch eine bessere Lagerung in der Azimutachse (Rollen- statt Teflonlager), ein höherwertiges Okular und einen komfortableren Leuchtpunktsucher. Der Aufpreis dafür beträgt etwa 100 Euro. Laut Meade bestellen die meisten Käufer die De-luxe-Variante. Deshalb soll die Standardversion demnächst eingestellt werden.

Für den Achtzöller gilt im Prinzip das Gleiche wie das, was der Autor über den Zehn- und Zwölfzöller geschrieben hat – abgesehen natürlich von der geringeren Öffnung und dem damit verbundenen geringeren Lichtsammelvermögen und Gewicht.

>> Die Redaktion

	8" f/6 LightBridge	10" f/5 LightBridge	12" f/5 LightBridge	16" f /4.5 LightBridge
Öffnung	acht Zoll (203 Millimeter)	zehn Zoll (254 Millimeter)	zwölf Zoll (305 Millimeter)	16 Zoll (406 Millimeter)
Brennweite	1219 Millimeter	1270 Millimeter	1524 Millimeter	1829 Millimeter
Masse des Teleskops	zirka 14 Kilogramm	zirka 20 Kilogramm	zirka 25 Kilogramm	34 Kilogramm
Masse der Rockerbox	zirka 10 Kilogramm	zirka 14 Kilogramm	zirka 17 Kilogramm	24 Kilogramm
Preis	430 € / de luxe: 530 €	600 € / de luxe: 700 €	1000 € / de luxe: 1100 €	2500 € (nur als de luxe)



Übersichtlich ist das Programmfenster gestaltet. Die Bearbeitung erfolgt über mehrere Karteikarten.

Das neue RegiStax

Die aktuelle Version 4 des Bildbearbeitungsprogramms bietet eine Reihe hilfreicher Funktionen. **>> Steffen Brückner**

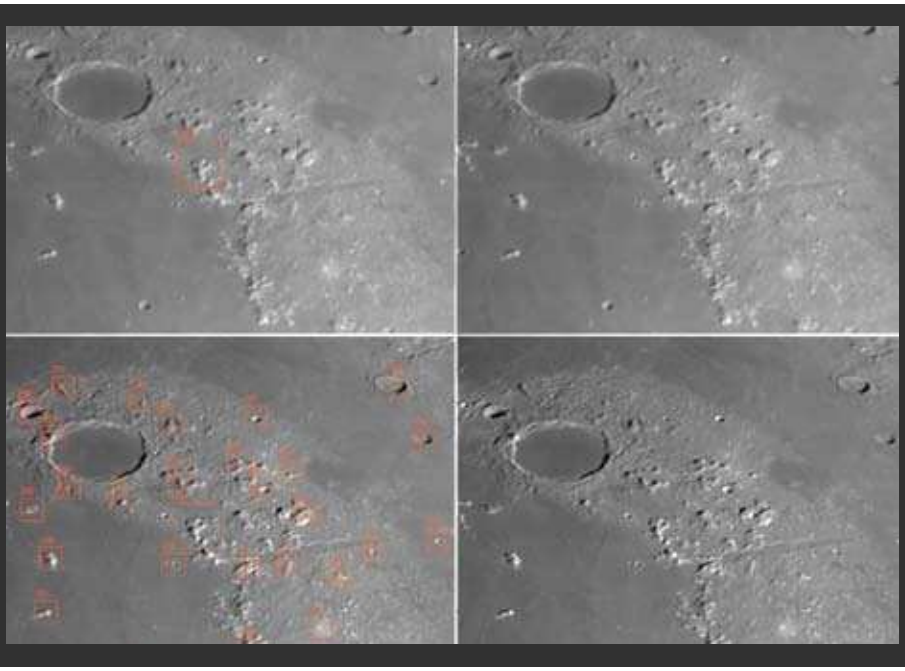
Ende Oktober erschien das bekannte Stackingprogramm RegiStax des niederländischen Autors Cor Berrevoets in der erheblich erweiterten Version 4. Es dient zum Ausrichten und Überlagern von Astrofotos, um deren Qualität gegenüber den Einzelbilder deutlich zu steigern. Die Freeware überzeugt – wie bereits ihre Vorgänger – vor allem durch hohe Geschwindigkeit und einfache Bedienung. Neu hinzugekommen sind Funktionen zur besseren Darstellung großformatiger Dateien und die Unterstützung von Filmen im Avi-Format mit bis zu 16 Bit Farbtiefe pro Kanal. Besonders interessant ist das Multi-Point-Alignment, mit dem sich Bilder an mehreren Punkten zueinander orientieren lassen. An der Benutzeroberfläche hat sich ebenfalls einiges getan, was die Arbeit mit dem Programm erheblich erleichtert.

Digitaler Zauber

Insbesondere bei Videoaufzeichnungen wie zum Beispiel bei Webcamaufnahmen von Planeten sind die einzelnen Bilder häufig unansehnlich. Erst wenn sie kombiniert werden, entstehen Meisterwerke.

Hier setzt die Software an, denn sie erlaubt es, aus den aufgezeichneten Filmen ein hochauflösendes und eindrucksvolles Ergebnis zu errechnen.

Nach dem Einlesen der Rohbilder oder des Videos wählen Sie zunächst ein sehr gutes als Referenz aus. RegiStax sortiert dann automatisch alle Aufnahmen anhand der geschätzten Qualität. In einem weiteren Schritt entscheiden Sie, welche Bilder wirklich für das Überlagern verwendet werden sollen, damit >



Multi-Point-Alignment ermöglicht es, für das Ausrichten eines Bilds mehrere Punkte zu verwenden (untere Bilder). Anders als früher (darüber) können so auch Verzerrungen ausgeglichen werden.

> nur solche ausreichender Qualität in das Ergebnis einfließen. Das Programm addiert anschließend die ausgewählten Dateien mit einer Genauigkeit von 32 Bit auf, sodass auch aus einem Acht-Bit-Webcamvideo durch die Überlagung vieler Einzelbilder ein Produkt mit hoher Farbdynamik entstehen kann. Mit dem schon aus früheren Versionen bekannten Waveletfilter lässt sich das Ergebnis danach noch schärfen und bezüglich Weißabgleich, Dynamikdarstellung und weiteren Parametern optimieren.

Für Einsteiger und Fortgeschrittene

RegiStax liest Dateien in den Formaten Avi, JPEG, Bitmap (BMP), Tiff unkomprimiert, Fits, PNG (8 und 16 Bit) sowie die Lucam-Recorder-Dateien (Ser). Bis auf Avi und Ser stehen dieselben Formate auch für die Ausgabe zur Verfügung.

Eine echte Besonderheit der Software besteht darin, dass sie alle notwendigen Schritte nahezu vollständig selbstständig abarbeiten kann. Dies ist vor allem für Einsteiger wertvoll. Fortgeschrittenen Benutzern stehen viele Optionen zur Verfügung, um aus den Rohbildern das optimale Ergebnis herauszuholen.

Die auffälligsten Änderungen der neuen Version sind in der grafischen Oberfläche zu finden. Zusätzliche Karteikartenreiter sorgen bei der Vielzahl an möglichen Einstellungen für mehr Übersicht und erlauben es auch dem Anfänger, sich schnell zurechtzufinden. Das Programm selbst gliedert die Arbeit in die Punkte Ausrichten, Optimieren, Überlagern, Schärfen und Ergebnis, die seitenweise abgearbeitet werden. Jeder dieser Bereiche hat einzelne Unterseiten, auf denen es vielfältige Einstellmöglichkeiten gibt.

Wie ihre Vorgänger ist auch die aktuelle Version 4 in verschiedenen Sprachen verfügbar. Grundsätzlich startet RegiStax mit englischsprachigen Menüs, durch das Einlesen einer Sprachdatei kann die Benutzeroberfläche dann leicht auf Deutsch umgestellt werden. Diese Einstellung ist aber nur einmal notwendig, danach bleibt die gewählte Sprache aktiv.

Bis zur Version 3 gab es lediglich quadratische Ausrichtungsgebiete mit vorgegebenen Größen. Geeignete Gebiete wertet das Programm aus, um die Einzelbilder möglichst exakt zu überlagern. Bei vielen Objekten, zum Beispiel bei Saturn mit seinem Ringsystem, sind diese Quadrate jedoch unpraktisch. Mit dem Versionswechsel kann der Benutzer nun mit der Maus eigene Rahmen festlegen (Bildreihe oben) und so bestimmte Objekte wesentlich genauer erfassen als in der Vergangenheit.

Das Highlight der aktuellen Version ist sicherlich das Multi-Point-Alignment. Konnten bisher Bilder immer nur auf ein einziges Merkmal hin ausgerichtet werden, so lassen sich nun auch Verzerrungen zwischen ihnen korrigieren. Hierzu wird eine beliebige Zahl von Punkten in der Referenzaufnahme festgelegt, wobei die Gebiete für jeden davon unterschiedlich groß ausfallen können. RegiStax überlagert dann für jeden Referenzpunkt eigene Bilder und fügt diese später zusammen. Hierbei werden weiche Übergänge zwischen den von Ihnen festgelegten Bereichen verwendet. Da sich auch die Qualitätsauswahl auf die einzelnen Ausrichtungspunkte bezieht, können Sie mit dieser Methode insbesondere bei Mond- und Sonnenaufnahmen, aber auch bei Planetenbildern nochmals deutlich bessere Ergebnisse erzielen, als wenn Sie nur einen einzelnen Punkt verwenden – ein echter Fortschritt!

Videobearbeitung

Bislang unterstützte RegiStax hauptsächlich Avi-Filme mit acht Bit Farbtiefe, wie sie zum Beispiel von Webcams oder Framegrabbern üblicherweise erzeugt werden. Mittlerweile gibt es jedoch auch Kameras, die Avis mit zwölf oder gar 16 Bit Farbtiefe abspeichern und so eine noch höhere Dynamik ermöglichen. Die Version 4 verarbeitet jetzt auch solche Filme und dürfte somit für Nutzer dieser Kameras die erste Wahl in der Bildbearbeitung sein.

In letzter Zeit kommen auch immer mehr monochrome Videokameras zum Einsatz, da sie im Gegensatz zu Farbkameras eine deutlich höhere Auflösung liefern. Mit solchen Kameras werden Aufnahmen üblicherweise durch Farbfilter hindurch gemacht, zum Beispiel mit LRGB- oder IR-RGB-Filtern. Die Videos

RegiStax V4

RegiStax-Download:
http://registax.astronomy.net
deutsche Sprachdatei und Anleitung:
http://registax.ccdastro.de

können Sie pro Farbkanal einzeln bearbeiten und im Folgenden zu einem farbigen LRGB-Bild zusammensetzen. Hierzu müssen die Einzelergebnisse für die einzelnen Kanäle so als Fits-Dateien gespeichert werden, dass die Dateinamen auf _l.fit, _r.fit, _g.fit und _b.fit enden. Wenn Sie diese dann mit aktiviertem LRGB-Modus einlesen, werden die Farbkanäle anhand der Dateinamen selbstständig zugeordnet.

Bis an die Grenzen

Die aktuelle Version unterstützt auch Webcams, die im Raw-Modus arbeiten. Sie kann dabei gleich die passende Farbinterpolation durchführen. Wie schon in den Vorgängerversionen sind ein automatischer Dunkelbildabzug und eine Flatfieldkorrektur möglich.

Übrigens nutzt das Programm immer noch das etwas ältere Video for Windows, um Avi-Filme einzulesen, und ist daher auf rund ein Gigabyte pro Einzelvideo beschränk. Da RegiStax in der Lage ist, auch mehrere Einzelvideos gemeinsam zu verarbeiten, können Sie längere Videos in kleinere Sequenzen aufteilen und sie anschließend bearbeiten.

Mit großformatigen Bildern vermag das Programm jetzt ebenfalls deutlich besser umzugehen als bisher. Das Größenlimit von maximal 4000×4000 Pixel besteht allerdings weiterhin.

Sowohl bei der Auswahl einer Referenzaufnahme und der Bestimmung der Ausrichtungspunkte als auch bei der Bearbeitung des Resultats mit dem Waveletfilter lässt sich das Bild auf die Bildschirmgröße anpassen. Dadurch kann man sich jederzeit einen Eindruck vom Gesamtbild verschaffen und die Auswahl der Ausrichtungspunkte geht gerade bei großen Aufnahmen von Spiegelreflexkameras (DSLR) wesentlich einfacher vonstatten. Allerdings werden DSLR-Raw-Dateien nicht unterstützt, sodass diese zuerst mit der vom Kameraherstellers mitgelieferten Software in unkomprimierte 16-Bit-Tiff Dateien umgewandelt werden müssen.

Sollen sehr viele Einzelbilder eingelesen werden, kommt man schnell an die Grenzen der Dialogbox zur Dateiauswahl. In diesem Fall müssen die Bilder im Windows Explorer markiert und per drag and drop in das Programmfenster gezogen werden.

Neben den bekannten Waveletfiltern zur Schärfung der Ergebnisse gibt es in RegiStax 4 auch neue, verbesserte Funktionen, um die Ergebnisbilder weiter zu bearbeiten. So können Sie mit der Gradationskurve ähnlich wie in Photoshop den Helligkeitsverlauf einfach anpassen, außerdem können Sie die einzelnen Farbkanäle gegeneinander verschieben und den Weißabgleich einstellen.

Eine ganz neue Funktion stellt die Ereignissuche dar. Diese ist dazu gedacht, aus längeren Videosequenzen einzelne Erscheinungen wie Meteore herauszufiltern. Hierbei ist es möglich, einzelne Bildbereiche gezielt auszuschließen, damit zum Beispiel eine mitlaufende Uhr nicht ständig eine Ereigniserkennung auslöst.

Ebenfalls neu ist die Möglichkeit, Einzelbilder aus Videosequenzen zu integrieren. Dabei werden diese aufaddiert, um auch schwächere Objekte einzufangen. RegiStax verbindet dabei eine frei wählbare Anzahl Bilder zu einem neuen Einzelbild, wobei die Aufnahmen wahlweise gemittelt oder addiert werden. Die so entstandene neue Videosequenz lässt sich wieder als Avi abspeichern und später ganz normal weiterbearbeiten.

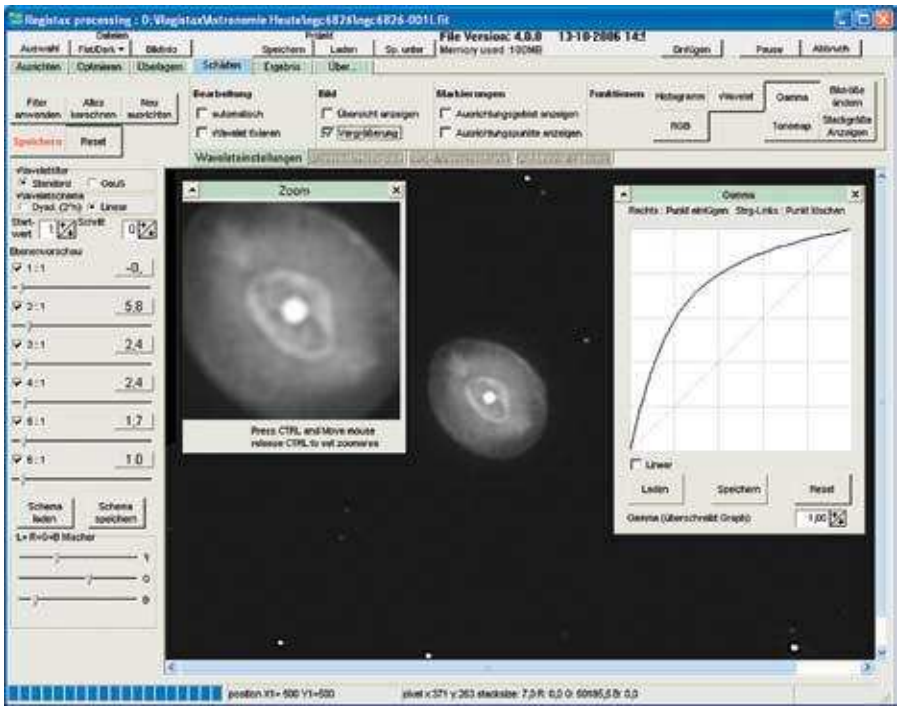
Nutzer der Vorgängerversionen werden nicht zuletzt zu schätzen wissen, dass sich die vielfältigen Warnmeldung nun einzeln konfigurieren lassen. Dadurch kann das Programm auch längere Zeit unbeaufsichtigt laufen und große Datenmengen abarbeiten. Gerade bei längeren Berechnungen für das Muli-Point-Alignment ist dies sehr komfortabel.

Fazit

Mit der neuen Version macht RegiStax wieder einen großen Sprung nach vorne. Die Benutzerfreundlichkeit hat sich gegenüber der Vorgängerversion noch einmal deutlich erhöht; die Unterstützung von 16-Bit-Videoformaten und das Multi-Point-Alignment erlauben es, die Qualität der Ergebnisse spürbar zu steigern.

Das Freewareprogramm steht kostenfrei unter http://registax.astronomy.net zum Download bereit, die deutsche Sprachdatei und Anleitung finden Sie alternativ auch auf der Website http://registax.ccdastro.de. <<

Steffen Brückner ist leidenschaftlicher Astrofotograf, freiberuflicher Ingenieur und Autor des »Praxisbuch der Astronomie mit dem PC«.

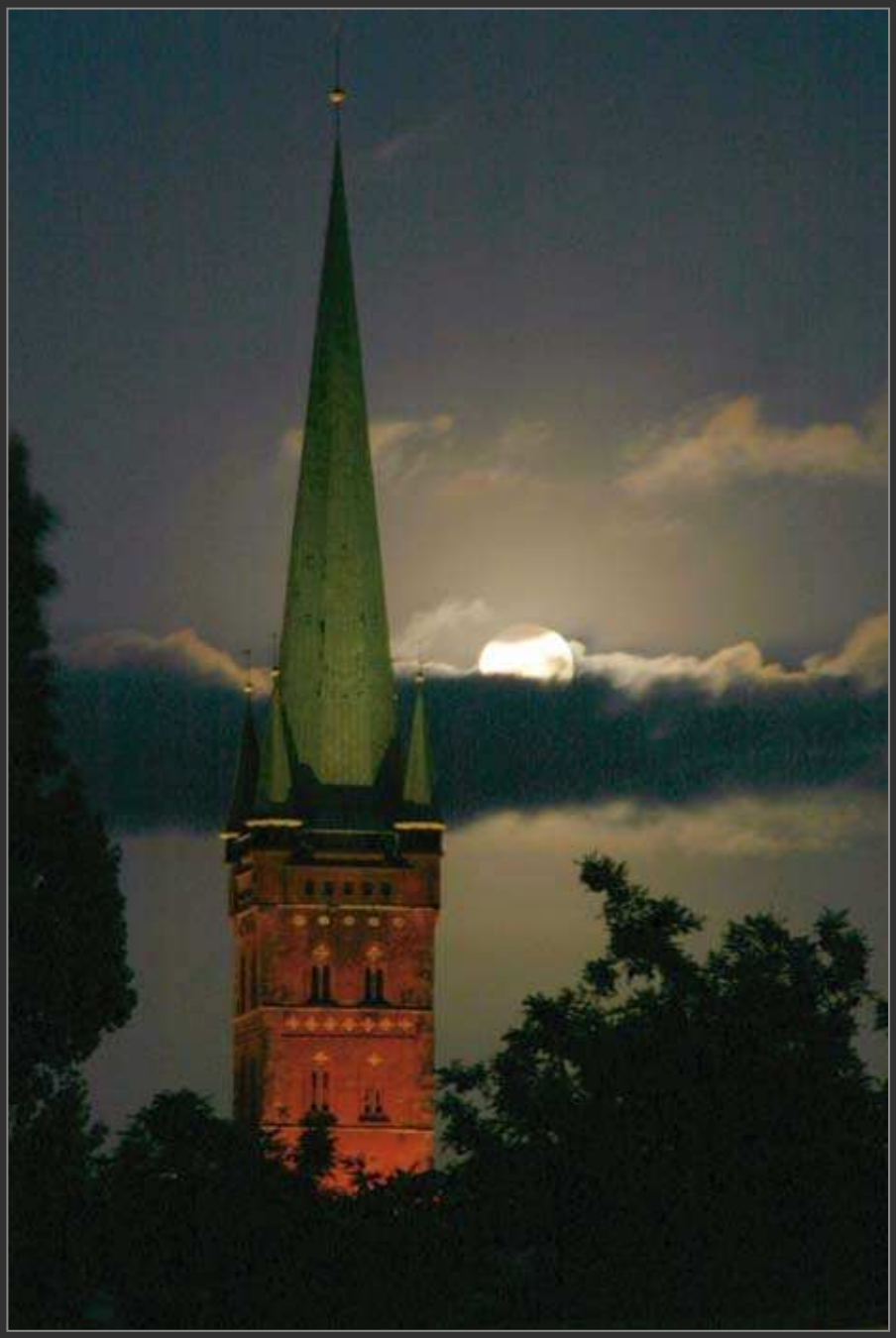


In der Vergrößerung lassen sich Änderungen in Tonwertkorrektur und Schärfe leicht kontrollieren.

TIPPS

Mondsüchtig

Von der partiellen Mondfinsternis im September erreichten uns viele gute Aufnahmen, die wir Ihnen nicht vorenthalten wollen. Außerdem zeigen wir auf der nächsten Doppelseite Impressionen der Leserreise zur Sonnenfinsternis nach Französisch-Guayana.



Bester Standort
In Wien gab es freien Blick auf die partielle Finsternis – wenn sich nicht gerade ein Flugzeug ins Bild drängte …
>> Günther Petz

Kirchturm-Romantik
Ein Fahrrad, um den Beobachtungsplatz zu erreichen, und eine Canon EOS 300D samt Teleobjektiv – mehr war für dieses reizvolle Foto aus Lübeck nicht nötig.
>> Jörg Reinhold

Erdschatten
Der Schatten der Erde war deutlich erkennbar. Die Aufnahme entstand in Kaarst bei Düsseldorf an einem 102-Millimeter-Refraktor mit etwa einem Meter Brennweite.

>> Thomas Payer

Blutrot
Über Garching bei München ging der Mond tiefrot auf, während am gegenüberliegenden Horizont schon die ersten Gewitterwolken drohten.

>> Martin Dietzel

Machen Sie mit: Wir freuen uns über Ihre »Glanzlichter« – schicken Sie uns Ihre besten Astrofotos!
Aus allen Einsendungen wählen wir einige der schönsten aus und veröffentlichen sie im Heft. (Bitte senden Sie uns hoch aufgelöste JPEG-Bilder, jedoch keine Download-Links, CDs oder Zip-Archive. Geben Sie bitte auch Details über Teleskop, Kamera oder Aufnahmetechnik an. Abzüge und Diapositive können nur zurückgesandt werden, wenn ein frankierter Rückumschlag beiliegt.)

Adresse: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH · Redaktion ASTRONOMIE HEUTE · Stichwort: Glanzlichter
Postfach 10 48 40 · 69038 Heidelberg · E-Mail: glanzlichter@astronomie-heute.de

Verlauf einer Finsternis

In ihrer ganzen Pracht konnte die ringförmige Finsternis am 22. September beobachtet werden. Zum Einsatz kamen dabei ein Vier-Zoll-Maksutow mit 1300 Millimeter Brennweite und eine Canon EOS 10D. **>> Christian Hörtnagel**

Reise zur Sonne

Bei der Expedition nach Französisch-Guayana standen unter anderem die Teufelsinsel (links oben) und eine Bootsfahrt durch den Dschungel (links unten) auf dem Programm. Während der SoFi-Beobachtung herrschte prächtiges Wetter (rechts).

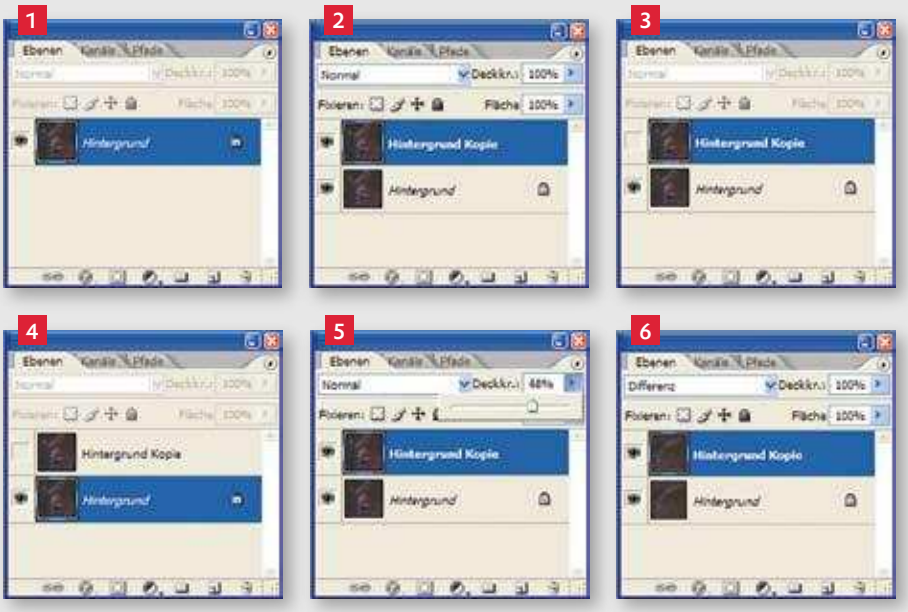
>> Ralf Wittmann, Elisabeth Widhalm, Karl Heinz Steinke

Frühstückscroissant

Die ringförmige Sonnenfinsternis konnte vollständig bewundert werden, nachdem die Sonne über den Wolken stand (oben). Beobachtungsplatz war der Esa-Raumhafen in Kourou, allerdings versetzte erst eine Doppelbelichtung die Finsternis neben die Ariane V.

>> Walter Bersinger (oben)
>> Torsten Damme (unten)

Bildverarbeitung auf allen Ebenen



Mächtiges Werkzeug

Photoshop leistet Astrofotografen mit der Ebenenfunktion wertvolle Dienste.

Immer wieder erreichen AH Anfragen zu den »Ebenen« in der Bildverarbeitungssoftware Photoshop. Diese und die nächste Ausgabe von Hochglanz werden sich daher intensiver damit beschäftigen.

Nur mit der Ebenenfunktion können zahlreiche Aufgabenstellungen überhaupt erst bewältigt werden. Aber Sie werden sehen: So schwer ist das gar nicht!

Das erste Projekt wird sein, eine beliebige Sternfeldaufnahme etwas weicher darzustellen und dabei auch ein wenig das Rauschen zu vermindern.

Öffnen Sie ein Bild und, falls nötig, mit der Taste »F7« auch die entsprechende Palette (Abbildung 1). Diese zeigt, dass zurzeit nur eine Ebene namens »Hintergrund« existiert. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Wort »Hintergrund« und wählen Sie in dem dann erscheinenden Kontextmenü den Befehl »Ebene duplizieren« aus. Übernehmen Sie das folgende Dialogfeld einfach mit »O. K.«. Nun haben Sie zwei Ebenen, von denen die obere den Namen »Hintergrund Kopie« trägt (Abbildung 2). Jetzt sind zwei identische Fotos übereinandergelegt, wobei nur das obere sichtbar ist.

Klicken Sie jetzt auf das kleine Symbol mit dem Auge, links neben der oberen Ebene. Das Auge verschwindet und die Ebene wird unsichtbar. Sie sehen jetzt also wieder das untere Bild (Abbildung 3). Um diese zu bearbeiten, müssen Sie auf das Wort »Hintergrund« klicken, um sie zu aktivieren (Abbildung 4) – sie ist dann blau hinterlegt. Zum Weichzeichnen wählen Sie den Befehl »Filter / Weichzeichnungsfilter / Gaußscher Weichzeichner«. Stellen Sie als Radius zwei Pixel ein und bestätigen Sie mit »O. K.«. Das Bild wird unscharf.

Nun blenden Sie die obere Ebene wieder durch einen Klick in das leere Kästchen neben »Hintergrund Kopie« ein (Augensymbol erscheint wieder). Sie enthält das ursprüngliche Bild. Klicken Sie auf den Text, um sie auszuwählen, denn mit ihr wollen wir weiterarbeiten. Rechts oben in der Palette finden Sie die Box »Deckkr.:« (Deckkraft), die im Moment auf 100 % steht. Die obere Ebene verdeckt die untere also vollständig. Wenn Sie auf den kleinen Pfeil rechts neben der »100 %« klicken, erscheint ein Schieberegler (Abbildung 5). Schieben Sie ihn hin und her und beobachten Sie, wie die untere umso mehr durchscheint, je weiter Sie den Regler in Richtung »0 %« ziehen. Durch Veränderung der Deckkraft können Sie den Weichzeichner sehr fein einstellen. Wenn Sie zufrieden sind, können Sie beide Ebenen mit dem Befehl »Ebene / Auf Hintergrundebene reduzieren« verschmelzen.

Sie können auch zwei Bilder »mitteln«, um das Rauschen zu vermindern. Öffnen Sie beide Aufnahmen, sagen wir »1.TIF« und »2.TIF«. Aktivieren Sie die Datei »2.TIF« und klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Bezeichnung »Hintergrund«. Wählen Sie »Ebene duplizieren« und geben Sie bei Ziel als Dateinamen »1.TIF« an. In »1.TIF« sind jetzt zwei Ebenen vorhanden. Um diese exakt auszurichten, verändern Sie den Überblendmodus der oberen Ebene von »Normal« auf »Differenz« (Abbildung 6). Jetzt können Sie diese mit Maus oder Pfeiltasten so lange verschieben, bis die Differenz minimal ist und Sie ein nahezu schwarzes Bild sehen. Stellen Sie dann den Überblendmodus wieder auf »Normal« und die Deckkraft auf »50 %«. Damit sind beide gemittelt.

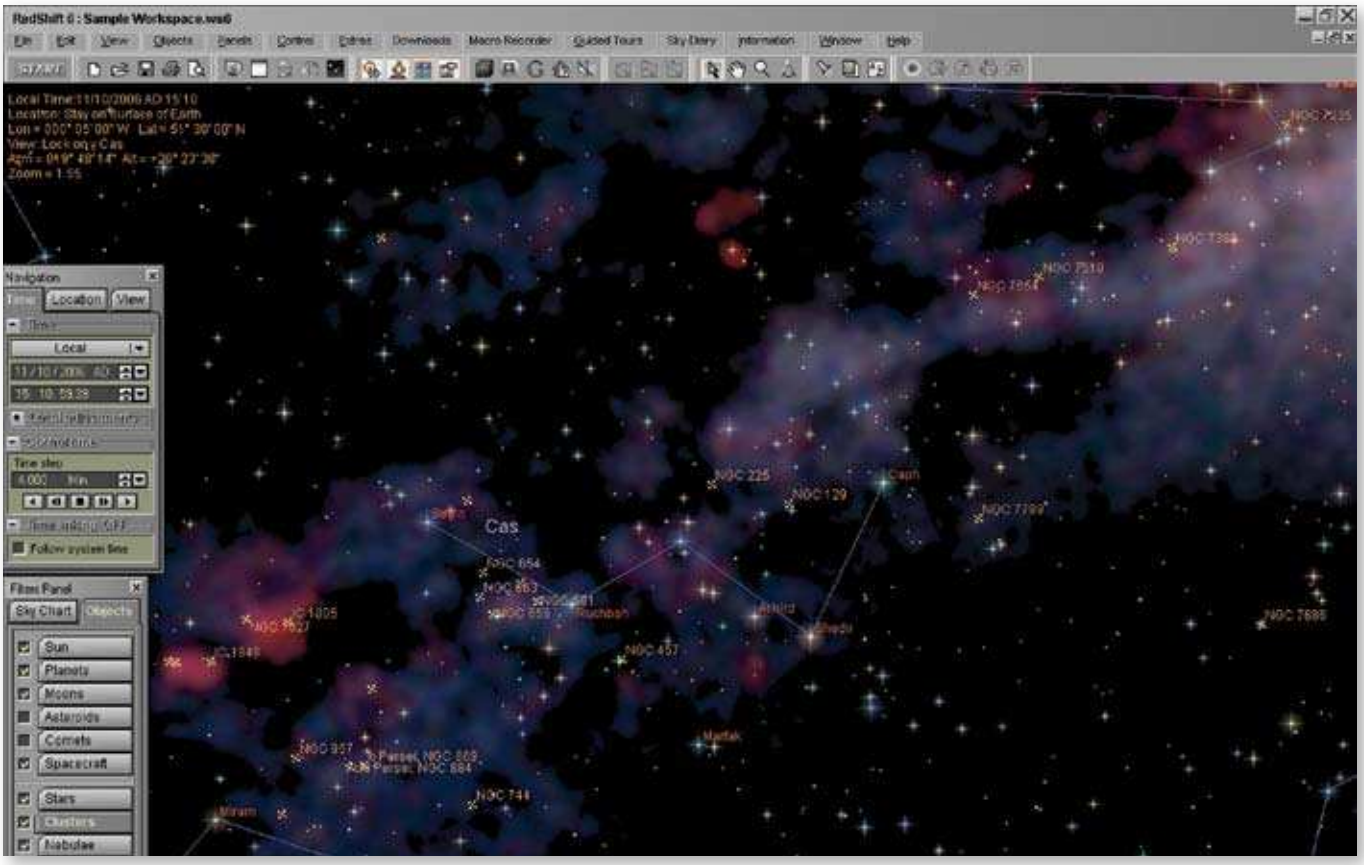
In der nächsten Ausgabe von Hochglanz stelle ich weitere Möglichkeiten der Ebenen vor – Seien Sie gespannt! <<

Fototipps vom Experten

Ein schönes Motiv – doch Ihr Bild ist nicht optimal geworden? Astrofotograf Stefan Seip gibt Ihnen Tipps, wie Ihre Fotos noch besser werden. Schicken Sie uns Ihre bearbeitete Aufnahme und das Rohbild zu!

redaktion@astronomie-heute.de

Stefan Seip



Redshift 6

Kassiopeia und die Milchstraße Die Darstellung des Sternhimmels wurde in der neuen Version 6 deutlich verbessert.

Die Multimedia-Astronomie geht in die nächste Runde.

>> Peter Strub

Vielen Hobbyastronomen dürfte das Computerplanetarium Redshift ein Begriff sein: Seit mehr als zehn Jahren spielt es in der ersten Liga, wenn es um die anschauliche, optisch ansprechende Darstellung des Sternhimmels und der Vorgänge im Sonnensystem auf dem PC geht. Zusätzlich bietet es ein aktuelles Astronomielexikon sowie eine Vielzahl von Bildschirmpräsentationen. Was gibt es Neues in der Version 6? Kann Redshift weiterhin den hohen Erwartungen gerecht werden?

Vor dem Kauf von Redshift 6 hat man zunächst die Qual der Wahl. Soll man sich für »Redshift 6 Premium« zum Preis von 99,90 Euro auf einer DVD-Rom entscheiden oder reicht Ihnen die Standard-Version »Redshift 6« auf zwei CDs zum Preis von 79,90 Euro? Letztere verzichtet auf einige Videos, Animationen und den neuen Makro-Rekorder zur Aufnahme eigener Himmelsführungen. Für Herbst 2007 ist eine noch stärker abgespeckte Kompaktversion geplant.

Für den Test stand mir eine englischsprachige Vorabversion von Redshift 6 Premium zur Verfügung.

Test unter Vorbehalt

Das heißt zum einen, dass ich die Qualität der deutschen Übersetzung nicht beurteilen kann, zum anderen, dass noch an der Software gearbeitet wird. Es können also kleinere Unstimmigkeiten und Fehler auftauchen, die bis zur Veröffentlichung behoben sind.

Haben Sie sich für eine Version entschieden und halten Sie Ihr Exemplar in Händen, steht der Installation nichts mehr im Weg. Auf meinem Rechner mit Windows XP ging das erwartungsgemäß ohne Probleme. Nun fragt Redshift 6 nach einer Online-Registrierung. Man kann es zwar auch unregistriert benutzen, muss dann aber bei jedem Programmstart die Original-DVD ins Laufwerk einlegen und auf die integrierten Funktionen zum Internetzugriff, auf zusätzliche sowie aktualisierte Daten von Sternen, Satelliten, Kometen und Asteroiden verzichten.

Bei Sternen ist das nicht weiter tragisch, da das mitgelieferte Datenmaterial umfangreich und für die meisten Anwendungen mehr als ausreichend ist. Für andere Objekte gilt das jedoch nicht: Die Bahnen von Satelliten lassen sich ohne großen Rechenaufwand höchstens für wenige Monate präzise vorausberechnen, und gelegentliche Bahnänderungen durch Korrekturmanöver kann das Programm genauso wenig erahnen. Kometen können bereits wenige Wochen nach ihrer Entdeckung zum spektakulären Himmelsschauspiel werden. Man ist also

darauf angewiesen, ständig deren Bahndaten auf dem aktuellen Stand zu halten, und das geht nun mal am komfortabelsten per automatischem Online-Update.

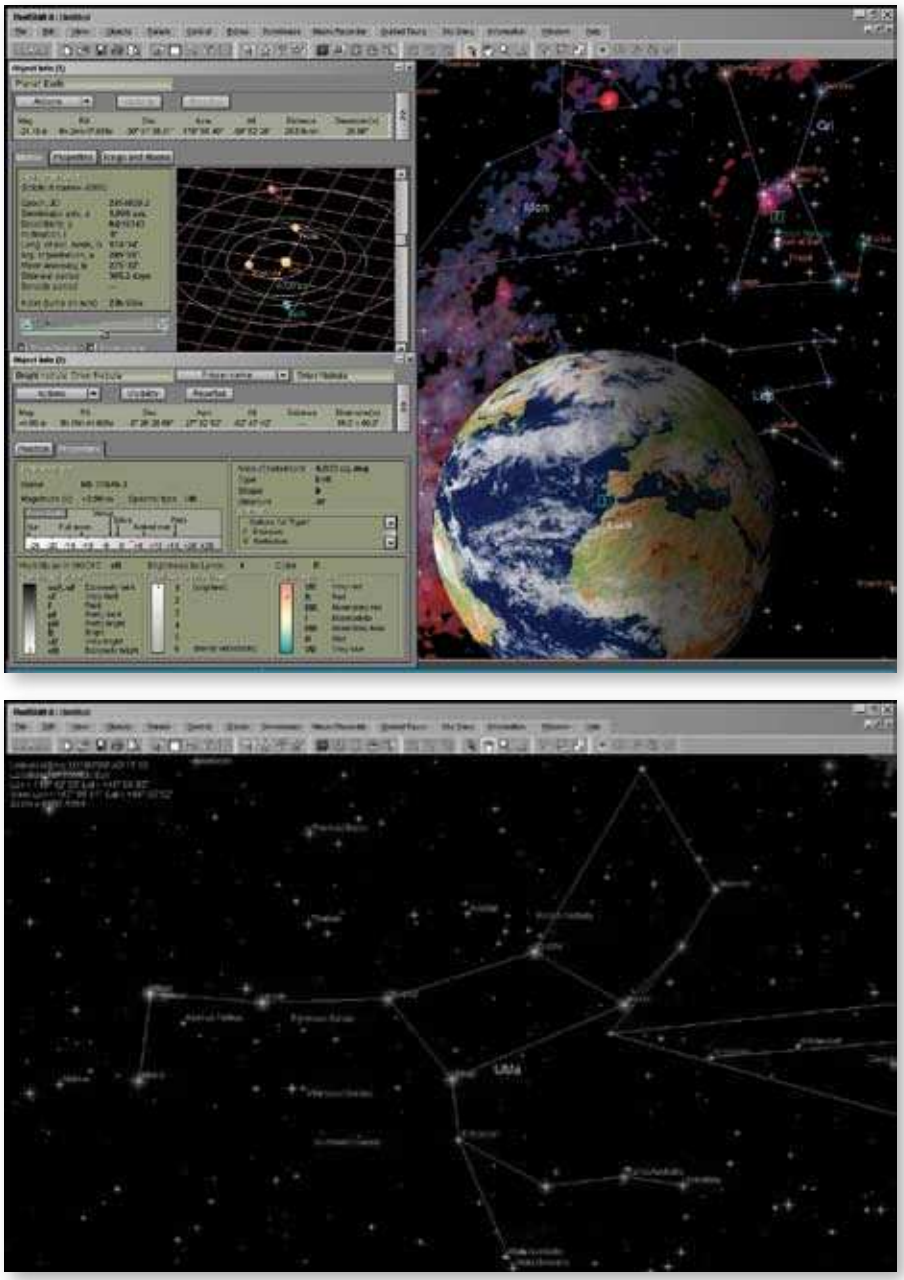
Beim Programmstart empfängt mich Redshift 6 mit einem Einführungsbildschirm. Der Neuling kann sich hier einen Überblick über die umfangreichen Fähigkeiten der Software verschaffen. Da ich die Vorgängerversion recht gut kenne, stechen mir auch gleich ein paar Veränderungen ins Auge: 3-D-Flüge gab es früher nicht, auch der Makro-Rekorder und die Teleskopsteuerung sind neu. Aber bevor ich mich auf die Innovationen stürze, erstmal ein paar Worte zum grundsätzlichen Aufbau.

Des Pudels Kern

Zentraler Bestandteil von Redshift ist der Planetariumsmodus. Alle Parameter, mit denen man die Himmelsansicht beeinflussen kann, sind in Redshift den vier Kategorien Zeit, Standort, Ansicht und Objektfilter zugeordnet und nach kurzer Eingewöhnung intuitiv in zwei Steuerfenstern zu erreichen. Der Übersicht zuliebe kann man hier nicht benötigte Funktionen einfach ausblenden.

Mit Hilfe des Standort-Fensters versetzt Sie Redshift im Gegensatz zu vielen anderen Desktop-Planetarien nicht nur an jeden beliebigen Ort auf der Erdoberfläche, Sie können Ihre Position frei im gesamten Planetensystem wählen: Beamen Sie sich auf oder über die Oberfläche anderer Planeten, Asteroiden, Monde oder Satelliten, und folgen Sie ihnen auf ihrer Bahn. Oder nehmen Sie einen festen Ort oberhalb des Sonnen-Nordpols ein, um die Bahnbewegung der Planeten zu verfolgen.

Im Zeit-Fenster können Sie – wie üblich – Beobachtungsuhrzeit und -datum einstellen. Auf Wunsch folgt Redshift der aktuellen Systemzeit Ihres Computers und aktualisiert die Himmelsansicht entsprechend. Bewegung kommt dann ins Spiel, wenn Sie sich die verschiedenen Zeitraffer-Einstellungen zu Nutze machen: Die Zeit kann wahlweise vorwärts- oder rückwärtslaufen, die Zeitschritte zwischen zwei aufeinander folgenden Bildern sind dabei frei wählbar oder über zahlreiche Vorgaben bequem einstellbar. Hier stehen dem Benutzer auch etwas exotischere Einheiten wie Sterntage und Umlaufzeiten von Planeten und Monden zur Verfügung.



Zahlen, Fakten, Hintergründe Die Informationen zur Erde und zum Orionnebel (oben). Ganz schön schräg: Wir sind im 3-D-Modus ungefähr 50 Lichtjahre auf den Großen Wagen zugeflogen. Da wird es schwierig, die bekannte Figur noch zu erkennen.

Nutzt man noch das Ansicht-Fenster, um seine Blickrichtung auf einen Himmelskörper festzulegen und auf den gewünschten Himmelsausschnitt zu zoomen, lässt sich im Nu nahezu jedes astronomische Phänomen anschaulich darstellen. Dazu ist es auch möglich, den zurückgelegten Weg beispielsweise eines Planeten als Spur einzuzeichnen oder mehrere synchronisierte Fenster zu öffnen, in denen man denselben Vorgang aus verschiedenen Perspektiven gleichzeitig betrachten kann. Wollen Sie die Oppositionsschleife des Mars simultan am Sternhimmel und in der Draufsicht auf das Planetensystem verfolgen? Kein Problem, nach ein paar Klicks sehen Sie das Ergebnis!

Um festzulegen, was überhaupt in welcher Form am virtuellen Himmel angezeigt werden soll, gibt es sehr umfangreiche »Filtereinstellungen«. Schalten Sie hiermit die Anzeige verschiedener Objekttypen an und aus, wählen Sie zwischen realistischer und symbolischer Oberflächendarstellung der Planeten, passen Sie die >

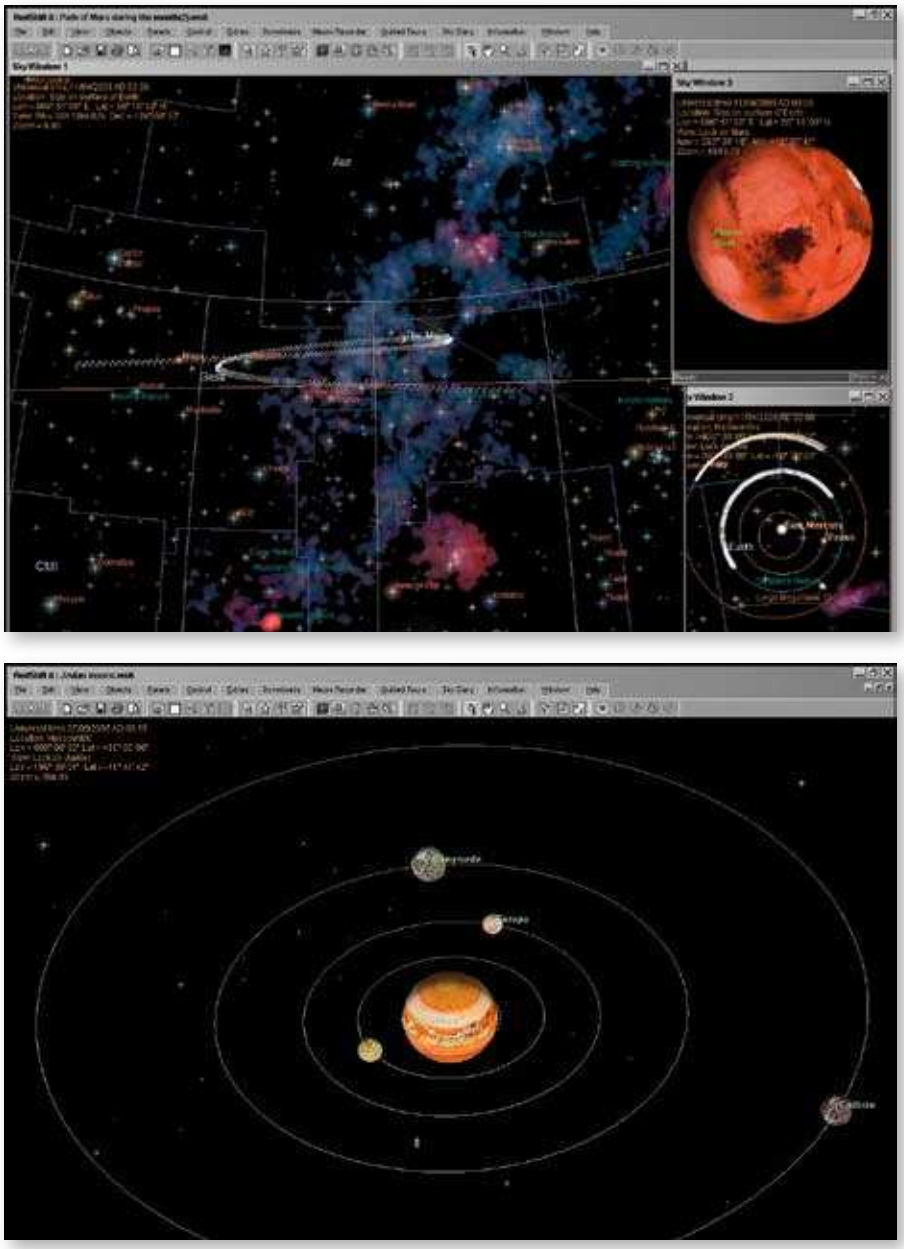
> Grenzgrößen für jede Objektklasse einzeln an, aktivieren Sie Sternbildlinien und -grenzen – wenn gewünscht für jedes Sternbild einzeln – oder blenden Sie nur Sterne bestimmter Spektralklassen ein.

Sie ahnen schon: Die Möglichkeiten der Darstellung sind schier unerschöpflich. Der große Pluspunkt hat aber einen Haken. Es ist nicht möglich, häufig verwendete Kombinationen von Filtereinstellungen als Vorlage für später zusammenzufassen, man kann immer nur ein komplettes Projekt speichern. Hat man einmal einen Himmelsausschnitt gewählt und will dafür zwischen den Filter-Favoriten hin- und herschalten, artet das schnell in Mausakrobatik aus.

Denn sie wussten, was sie tun

Die Navigation über den Himmel und das Abrufen von Detailinformationen machen größtenteils einen durchdachten Eindruck. Der Benutzer hat hier die Wahl zwischen vier verschiedenen Mausbedienungsmodi, die in der Symbolleiste als Zeiger (zum Abrufen von Objektinformationen), Hand (für das Verschieben des Himmelsausschnitts), Lupe (Hinein- und Herauszoomen) und Zirkel (zum Messen von Entfernungen) aktiviert werden. Durch die in der Version 6 neu eingeführte Zoomfunktion des Scrollrads gewinnt man deutlich an Komfort und benötigt eigentlich fast nur noch den Zeiger- und den Hand-Modus.

Allerdings hapert es bei der ansonsten zügigen Navigation über den Himmel an ein paar Feinheiten. Zum Beispiel geht Redshift generell ziemlich sparsam mit Tastaturkürzeln um, die mir zum Umschalten der Maus-Modi sehr gelegen kämen, aber schlichtweg nicht vorhanden sind. Es stört mich auch, dass man nach der Änderung von ein paar Optionen in einem Fenster erneut in die Himmelsanzeige klicken muss, um mit dem Mausrad zoomen zu können. Soweit nicht weiter schlimm, aber wenn dieser Klick zufällig in der Nähe eines Objekts landet, öffnet sich ein Menü mit dessen Namen, das erst verschwindet, wenn man eine leere Stelle am Himmel zum Klicken gefunden hat. In sternreichen Regionen oder bei einem bildfüllend herangezoomten Planeten ist das nicht immer leicht … Bleibt zu hoffen, dass die Entwickler bis zur Veröffentlichung hier eine praktikablere Lösung finden. Dennoch – trotz dieser Kritikpunkte geht die Eingewöhnung in Redshift recht schnell vonstatten, sodass Sie mit wenig Aufwand auch komplexere Zusammenhänge auf den Bildschirm bringen.



Die rote Opposition Aus verschiedenen Blickwinkeln kann man hier erkennen, wie sich die nächste Marsopposition abspielt (oben). Jupiter und seine Galileischen Monde wurden zur besseren Erkennbarkeit zehn- und vierzigfach vergrößert (unten).

In der Flexibilität, mit der sich ohne großen Aufwand Abläufe im Sonnensystem veranschaulichen lassen, ist Redshift sicherlich ungeschlagen. Von der Ankündigung, die grafische Darstellung sei verbessert worden, hatte ich mir allerdings mehr versprochen. Auf den Sternhimmel trifft dies durchaus zu, seine Darstellung ist ansprechend. Bei Planeten und Monden ist aber leider alles beim Alten geblieben. Redshift 3 setzte hier in der grafischen Umsetzung noch Maßstäbe (Redshift 4: AH März/April 2003, S. 96), und auch Redshift 5 konnte vor drei Jahren noch überzeugen (AH Januar/Februar 2004, S. 92). Vielleicht hat mir aber das wiederholte Verwenden von Programmen wie Orbiter (AH Oktober 2006, S. 72) oder Celestia (AH März 2005, S. 74) die Augen dafür geöffnet, wie realistisch sich mittlerweile Planeten mit Atmosphäre und matt reflektierenden Wasseroberflächen selbst auf etwas betagteren Rechnern flüssig darstellen lassen.

Was den optischen Eindruck betrifft, hat Redshift seinen deutlichen Vorsprung von einst ganz klar eingebüßt. Schade für ein Programm, das sich mit »Multimedia-Astronomie« einen guten Namen gemacht hat.

Mit Redshift 6 können Sie endlich Ihr Computerteleskop fernsteuern. Hier setzt die Software auf die dafür übliche Ascom-Schnittstelle, mit der sich alle gängigen Modelle ansteuern lassen. Dabei hat man im Wesentlichen die Wahl, ob Redshift den Bewegungen des Fernrohrs folgen soll oder umgekehrt. Da ich kein passendes Teleskop besitze, habe ich diese Funktion nicht weiter unter die Lupe genommen.

Neu ist auch der 3-D-Flug durch das Universum. Entweder Sie lassen sich hier automatisch von Redshift zum gewählten Objekt navigieren oder Sie übernehmen selbst das Steuer, geben die Geschwindigkeit vor, drehen sich in die gewünschte Richtung und starten mit voller Kraft voraus.

Auf zu fernen Welten

Gerade beim Flug zu den Fixsternen eröffnen sich für Redshift bislang unbekannte Perspektiven. Dem Benutzer erschließen sich so zum Beispiel die Plejaden aus einem gänzlich neuen Blickwinkel. Ein wenig unpraktisch ist, dass beim Griff nach den Sternen immer noch die Sonne als Bezugspunkt verwendet werden muss und man seine Position nicht auch relativ zu Sirius, Deneb oder Proxima Centauri bestimmen kann.

Das zu Grunde liegende Datenmaterial ist, wie von Redshift gewohnt, aktuell und umfangreich und beinhaltet unter anderem den Hubble Guide Star Catalog (GSC) in der Version 2.2 sowie den Tycho-Katalog in der Version 2, der die momentan genaueste Quelle für die Entfernungen von Sternen darstellt. Für viele prominente Deep-Sky-Objekte sind fotografische Darstellungen eingebunden, und wo dies nicht der Fall ist, kann der Benutzer eigene Aufnahmen punktgenau an der richtigen Stelle einpassen.

Die Importfunktionen für aktualisierte Daten von Himmelskörpern greifen direkt auf das Internet zu. Das erspart den früher nötigen Umweg über einen Download im Browser mit anschließender Installation. Auch ein Zugriff auf online erhältliche Aufnahmen (aus dem Digitized Sky Survey, kurz DSS, und dem Sloan Digital Sky Survey, SDSS) zum eingestellten Himmelsausschnitt wurde komfortabel integriert.

Die Angaben zu einem angewählten Objekt lassen sich in einer anschaulich aufbereiteten Infobox darstellen. Dabei findet man hier nicht nur die Basisdaten wie Position sowie scheinbare und absolute Helligkeit, sondern auch eine dreidimensionale Abbildung der Umgebung und bei Sternen eine grafische Einordnung ins Hertzsprung-Russell-Diagramm. Weiterhin gibt es Schaubilder für die Sichtbarkeit von Objekten oder der aktuellen Planetenstellung sowie Werkzeuge zur Suche von Konjunktionen und Finsternissen. Die Kartendruckqualität von Redshift ist gut, kann aber nicht ganz mit darauf spezialisierten Programmen mithalten.

Viele von Redshifts Fähigkeiten werden in den mitgelieferten Arbeitsbereichen und Himmelsführungen eingesetzt, um Ihnen einen Einblick in verschiedene astronomische Fragestellungen zu geben. Hier können Sie historische Raumflüge wie die der Voyager-Sonden miterleben oder Sie machen Bekanntschaft mit den ungewöhnlichen Jahreszeiten auf Uranus. Viele der Präsentationen sind interessant, einige jedoch überraschend kurz. Haben Sie die Premium-Version erworben, können Sie mit dem Makro-Rekorder auch selbst Vorstellungen mit erklärendem Text aufnehmen, die später wiedergegeben werden können. Mehr astronomisches Wissen finden Sie im umfangreichen Lexikon, das zu nahezu allen erdenklichen Stichwörtern teils knappe, teils ausführliche, aber stets treffende und aktuelle Antworten bereithält.

Wollen Sie etwas über den Ursprung des Universums, der Milchstraße oder des Sonnensystems erfahren? Dann sollten Sie sich den auf der Premium-Version enthaltenen Video-Kurs »Die Geschichte des Universums« nicht entgehen lassen. Hier werden Ihnen auf verständliche Weise der Wissensstand und die Fragestellungen der modernen Astronomie vermittelt.

Pro und kontra

Lohnt Redshift die Anschaffung? Seine Fähigkeit, mit ein paar Klicks komplexe Phänomene am Himmel zu visualisieren, ist nach wie vor unerreicht. Einzig die fotorealistische Darstellung des Planetensystems ist verbesserungswürdig. Die Bedienung ist übersichtlich gegliedert, und man findet sich gemessen am großen Funktionsumfang ziemlich schnell zurecht. Dank verschiedener Sichtbarkeitsdiagramme und der neuen Teleskopsteuerung steht der Planung und Durchführung eigener Beobachtungen nichts mehr im Weg. Die Ausstattung mit Lexikon, Videopräsentationen und Führungen ist umfangreich und gerade Einsteiger finden hier auf viele Fragen eine befriedigende Antwort.

Redshift ist ein Programm mit vielen Stärken, das für die meisten Bildschirmastronomen eine hervorragende Wahl darstellt. Schade, dass es seine frühere Vorreiterrolle bei der grafischen Präsentation der Planeten verspielt hat. Davon abgesehen kann ich jedem zum Kauf raten. <<

Peter Strub kennt sie fast alle – er testet seit 2003 Windows- und Linux-Astrosoftware für ASTRONOMIE HEUTE.

Diesen Artikel finden Sie mit den Links zum Thema unter www.astronomie-heute.de/artikel/854258.

Kurzbewertung und Systemanforderungen

Was uns gefiel
- flexible Darstellung von Vorgängen im Sonnensystem
- gut strukturiertes Bedienungskonzept
- umfassendes Astro-Lexikon
- umfangreiches, online erweiterbares Datenmaterial

Was uns nicht gefiel
- Planetendarstellung verbesserungswürdig
- Ungereimtheiten in der Bedienung

Systemvoraussetzungen
Betriebssystem:
Windows 98/ME/2000/XP
Prozessor: Pentium/Athlon, 500 MHz
Arbeitsspeicher: 128 MB
Grafikauflösung: 1024 x 768
Farbtiefe: High Color (16 Bit)
Festplattenspeicher: 800 MB
Audio: 16 Bit
CD- bzw. DVD-ROM-Laufwerk erforderlich

Für den Gabentisch

Einige neue, kompakte Teleskope und sinnvolles Zubehör sind pünktlich zum Weihnachtsgeschäft erschienen.

Ellesa Observatory von Astro Electronic

Megrez-90-Fluorit-Doublet-Apo von William Optics

WO-80 / 480-Triplet-Super-Apo von TMB

ALLE ABBILDUNGEN: HERSTELLERFOTOS

>> William Optics bringt mit dem Megrez 90 einen hochwertigen Apochromaten mit neunzig Millimeter Öffnung und 621 Millimeter Brennweite (f/6,9) auf den Markt (Foto links oben). Zum Lieferumfang gehören ein um 360 Grad drehbarer Kameraadapter, eine integrierte Zweistufen-Mikrountersetzung und ein Aluminiumkoffer. Besonders praktisch für Fotografen ist die Millimeterskala am Okularauszug. Der 3,2 Kilogramm schwere Tubus hat eine einziehbare Taukappe und kann auf 450 Millimeter zusammengeschoben werden.
Preis: 1795,–€
www.william-optics.com

>> Gleich zwei neue ED-Apochromaten bietet die Firma TMB an. Beide basieren auf Qualitätsobjektiven aus Russland, die in einem hochwertigen, neuen CNC-Tubus von William Optics stecken. Zur Ausstattung gehören ein Zwei-Zoll-Okularauszug, eine zurückschiebbare Taukappe und ein Transportkoffer. Beide Geräte kosten ohne Montierung jeweils 1295,–€.

Der TMB-80/480-Triplet-Super-ED-Apo (Foto links unten) hat achtzig Millimeter Öffnung bei 480 Millimeter Brennweite (f/6). Der 2,7 Kilogramm schwere Tubus lässt sich auf 368 Millimeter Länge zusammenschieben.

Der TMB-80/600-Triplet-Super-ED-Apo besitzt bei gleicher Öffnung eine Brennweite von 600 Millimetern (f/7,5). Er lässt sich auf 488 Millimeter zusammenschieben und wiegt 2,9 Kilogramm.
www.tmboptical.com

>> Als High-End-Montierung trägt die Ellesa Ritchey-Chrétien-Teleskope bis 18 Zoll, natürlich lassen sich auch ähnlich schwere Geräte verwenden. Sie ist für Optiken der Firma Anssen Technologies optimiert und für die Ansprüche der Astrofotografie ausgelegt.

Die Montierung gibt es in zwei Basisvarianten, die nach Bedarf um viele Optionen erweitert werden können. Die TXL-Version trägt Teleskope bis siebzig Kilogramm und hat einen maximalen periodischen Schneckenfehler von sieben Bogensekunden – das ist der Fehler bei der Nachführung. Die noch hochwertigere Ellesa Observatory (Foto oben) trägt bis zu 85 Kilogramm und hat einen Schneckenfehler von maximal fünf Bogensekunden. Für die Montierung stehen verschiedene Steuerungen zur Auswahl. Als Material kamen Aluminiumlegierungen zum Einsatz.

Die Ellesa TXL kostet in der Basisversion 7500,– €, die Ellesa Observatory 8900,–€.
www.astro-electronic.de

>> Als Reiseteleskop ist der Skypod VMC 110 L ideal (Foto rechts oben). Mit einem kompakten langbrennweitigen Reflektor und der Tischversion der Skypod-Montierung realisierte die Firma Vixen ein völlig neues, azimutales Kompaktgerät, das durch das optionale Zubehörsystem sogar Spiegelteleskope bis zwanzig Zentimeter Öffnung trägt.

Die Skypod-Montierung bietet eine Go-to-Steuerung und ist mit dem optionalen Dreibeinstativ auch für Beobachtungsexkursionen geeignet.

Das Teleskop ist ein Field-Maksutow-System mit einer Meniskuslinse vor dem Sekundärspiegel – ähnlich wie beim VMC 200L und beim VMC 260L – und bietet eine bessere Abbildung als vergleichbare Schmidt-Cassegrain-Systeme. Das Teleskop hat 110 Millimeter Öffnung und 1035 Millimeter Brennweite. Eine Curved-Spider-Sekundärspiegel-Halterung reduziert Beugungserscheinungen an hellen Objekten. Die integrierte Klappspiegeleinheit ermöglicht schnellen Strahlengangwechsel zum Beispiel zwischen Okular und Kamera.

Die Tischversion wiegt 6,3 Kilogramm und kostet 999,– €, mit einem Stativ steigt das Gewicht auf 8,6 Kilogramm und der Preis auf 1099,–€.

www.vixen-europe.com

>> Eine verbesserte Justierhilfe für Newton-Teleskope hat die Firma Spheretec aus Erkelenz vorgestellt. Ihr Justage-Set II (Foto rechts unten) besteht aus einem geschlossenen Zylinder, ähnlich einem Chesire-Okular. Der entscheidende Unterschied zu diesem Typ ist die eingelassene Kreisscheibe. Das Vorgängermodell war bautechnisch bedingt nur für spezielle Okularauszüge aus den USA geeignet.

Das Set II ist jetzt »aus einem Guss« und für alle Zwei-Zoll-Auszüge verwendbar. Sie benötigen bei der Justage keine Mittelpunktmarkierungen auf den Spiegeln. Diese erfolgt direkt über den Spiegelrand, sodass eine genaue Übereinstimmung der optischen Lichtflächen gegeben ist. So können Sie wesentlich genauer als mit einem Laser und unter Berücksichtigung eines voll ausgeleuchteten Gesichtsfelds arbeiten! Insbesondere die richtige Stellung des Okularauszugs ist jetzt hundertprozentig realisierbar, was mit einem Laser ohne Mittelpunktmarkierung des Fangspiegels nahezu unmöglich ist. Hier findet das Prinzip der »Filmdose« Anwendung, ergänzt durch eine Scheibe mit konzentrischen Kreisen, welche auch dem ungeübten Anfänger eine leichte begreifliche Justage bietet. Das Set kostet 49,–€.

www.spheretec.de

Skypod VMC 110L (Tischversion) von Vixen

Justage-Set II für Newton-Teleskope von Spheretec

>> Die digitale Feather-Touch-Motorfokussierung von Starlight Instruments ermöglicht eine noch feinere Einstellung der Schärfe an Ihrem Teleskop und ist vor allem für Astrofotografen interessant. Sie besteht aus der Fokussierkontrollbox DH-1 (Einzelpreis: 310,– €), die den Schrittmotorantrieb DSM-1 (Einzelpreis: 375,– €) via Computer über ein ascomkompatibles Software-Interface und/oder durch die Handkontrollbox DHC-1 (Einzelpreis 255,– €) mit digitaler Anzeige steuert. Das Komplettpaket kostet 940,–€.

www.starlightinstruments.com

Spektrum
DER WISSENSCHAFT

Ein Präsent mit Botschaft…

… ist unsere Armbanduhr »Pioneer«, die den berühmten Gruß der gleichnamigen Raumsonde an intelligente Wesen im All zeigt. Echtes Lederarmband; Preis: € 19,80 (zzgl. Versand).

Diese und weitere Geschenkideen – wie z. B. den »Rubik's Cube« im Spektrum-Design oder unsere T-Shirts mit wissenschaftlichen Motiven – finden Sie unter

www.spektrum.de/lesershop

SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT Verlagsgesellschaft mbH | Leserservice | Slevogtstr. 3–5 | 69126 Heidelberg | Tel.: 06221 9126-743 | Fax: 06221 9126-751 | service@spektrum.com

CELESTRON

Trendsetter Als erstes Gerät seiner Art soll der SkyScout die Himmelsbeobachtung für ganz neue Zielgruppen attraktiv machen.

S & T, DENNIS DI CICCO

Galaktischer Reiseführer

Sterne und Planeten am Himmel finden und erkennen – ganz ohne Vorkenntnisse. Der SkyScout macht's möglich.

>> Michael Vogel

Ford reichte Arthur das Buch rüber. »Was ist das denn?«, fragte Arthur. »Per Anhalter durch die Galaxis. Das ist so etwas wie ein elektronisches Buch. Es sagt einem alles, was man wissen muss.« Das Gerät ähnelte einem zu groß geratenen Rechenschieber. An ihm befanden sich ungefähr hundert winzig kleine, flache Knöpfe und ein etwa zehn mal zehn Zentimeter großer Bildschirm. Der Apparat sah wahnsinnig kompliziert aus, was einer der Gründe war, weshalb auf die genau passende Plastikhülle, in der er steckte, mit großen freundlichen Buchstaben die Worte »Keine Panik« gedruckt waren.

Das Gerät, über das sich Douglas Adams' Protagonisten – Ford Prefect von Beteigeuze-5 und Arthur Dent von der Erde – im Roman »Per Anhalter durch die Galaxis« unterhalten, ist ein elektronischer Reiseführer für die Milchstraße. Ich muss unwillkürlich an diese Szene denken, als ich den SkyScout in der Hand halte. Nein, kompliziert ist er nicht. Wie ein Buch sieht er auch nicht aus – eher wie ein Camcorder. Aber wer bei seinen Reisen am Nachthimmel im SkyScout nachschlägt, der erfährt sofort, wo er sich befindet und wohin er schaut. Von einem persönlichen Planetarium spricht der Hersteller. Douglas Adams hätte den SkyScout wohl als galaktischen Reiseführer bezeichnet.

Per roter Pfeilspitze zu Kapella

Ich visiere mit dem Gerät einen hellen Stern am Nordosthimmel an und drücke auf die Taste »Target«. Acht kleine, rote Pfeilspitzen leuchten auf – »Objekt erkannt« bedeutet dies. Der Blick aufs rot beleuchtete Display bestätigt: Es handelt sich um Kapella, den Hauptstern im Fuhrmann. Das Menü bietet mir weitere Informationen an – eine Textbeschreibung, verschiedene Daten über den Stern wie Entfernung, Helligkeit oder Katalogbezeichnung und einen kurzen Audiobeitrag, den ich mir mit dem beigelegten Stereokopfhörer anhöre. Weiter geht die Reise über das Firmament in Richtung Zenit zu dem hellen Stern, der dort steht. Anvisieren, »Target« drücken – »Deneb« lese ich auf dem Display. Auch über ihn kann ich mit wenigen Tastendrücken noch mehr erfahren.

Damit das funktioniert, ist der SkyScout vollgestopft mit Elektronik und Software: GPS, Neigungssensoren und Datenbank. Mit dem GPS-Empfänger kann ich meinen Standort bestimmen. Der SkyScout weiß dann sofort, welche Sterne am Himmel stehen. Die Neigungssensoren erkennen, in welche Richtung und in welche Höhe das Gerät zeigt. Mit einem Druck auf den Startknopf bestimmt der Apparat mit Hilfe der GPS-Signale seine momentane Position. Es dauert nur eine knappe Minute, dann kann ich loslegen – entweder im Modus »Identifizieren« oder in der Betriebsart »Auffinden«.

Im Menü wähle ich den Stern Mizar im Großen Wagen aus und drücke die Taste »Locate«. Anschließend schaue ich

Ziel erfasst Erst wenn alle acht roten Pfeile und das Paar rot beleuchteter Visierringe aufleuchten, ist das gesuchte Himmelsobjekt gefunden.

durch die Visierhilfe des SkyScout, wo ich bereits von einer kleinen blinkenden Pfeilspitze erwartet werde: Das Gerät ist bereit, mich auf die Reise zu Mizar mitzunehmen. Also schwenke ich in Pfeilrichtung. Nach kurzer Zeit blinkt keine waagrechte Pfeilspitze mehr, sondern eine, die fast senkrecht nach oben zeigt. Dann nach rechts. Wieder schräg nach oben. Dann blinken alle acht Pfeilspitzen – mein Blick fällt auf Mizar. Das nun schon vertraute Spiel beginnt von vorn. Ein paar Tastendrücke genügen: Mizar gehört zum Sternbild Großer Bär und hat einen bereits mit bloßem Auge sichtbaren nahen Begleiter namens Alkor. Mizars Helligkeit: 2,2te Größe, Entfernung: 78 Lichtjahre.

Der Apparat ist kein Fernglas: Die Sichtfenster, durch die ich ein Objekt anpeile, sind keine Linsen, sondern dienen nur dem Schutz des Innenlebens. Ich muss das Gerät daher auch nicht ans Auge pressen, sondern kann etwas Abstand halten. Zwei rot beleuchtete Kreise helfen mir beim Visieren: Fallen ihre Mittelpunkte mit dem gesuchten Objekt zusammen, weiß der SkyScout, worüber ich mehr erfahren will.

Mit mehr als 6000 Zielen des Nord- und Südhimmels hat Celestron die Datenbank des Geräts gefüttert: mit Sternen, Veränderlichen, allen Sternbildern, mehr als hundert Sternhaufen, Nebeln und Galaxien, natürlich den Planeten und dem Mond. Auch mit Informationen über wichtige Satelliten, berühmte Astronomen, einem Glossar und einer Einführung in die Astronomie. Eigentlich viel zu viel des Guten. Weder die Galaxie M 74 in den Fischen noch Pluto werde ich jemals mit dem SkyScout zu sehen bekommen. Sie sind viel zu lichtschwach. Und eine Einführung in die Astronomie liest sich in Buchform sicherlich angenehmer als auf einem Display. Natürlich könnte ich mir das Gerät parallel zu einem Fernrohr montieren und es als elektronischen Sucher nutzen, ein Fotostativgewinde hat es ja. Aber da wäre es wohl einfacher, gleich ein Teleskop mit Computersteuerung zu kaufen.

Plus und minus

Was uns gefiel:

- intuitiv zu bedienendes Gerät
- stimmiges Gesamtkonzept, das sich erweitern lässt (Updates über USB-Kabel per PC, SD-Karten-Slot)
- rote Display-Beleuchtung, die das an die Dunkelheit angepasste Auge nicht stört

Was uns nicht gefiel:

- stromhungrig – nach zwei bis drei Stunden sind die Batterien auch in milden Nächten am Ende
- Die Taste »Identify« sollte neben der Taste »Target« liegen. Derzeit muss man den SkyScout immer absetzen, um die Taste für die Identifikation des nächsten Objekts zu drücken.
- Beleuchtung für Visierkreise und Display sind nur gemeinsam regelbar: Um lichtschwache Sterne zu sehen, dürfen die Visierkreise nur schwach beleuchtet sein; dann lässt sich das Display nicht mehr ablesen.

Die technischen Daten

Abmessungen/Gewicht: 18,5 x 10 x 6,25 Zentimeter, 520 Gramm mit Batterien (zwei 1,5-Volt-AA-Batterien; nicht im Lieferumfang enthalten)
Display/Auflösung: 78 x 26 Millimeter, 240 x 80 Pixel
Datenbank (für Nord- und Südhimmel): 6000 Sterne, 1500 Veränderliche und Doppelsterne, Sternbilder mit Schemazeichnungen, über 100 Deep-Sky-Objekte, über 200 Audio-Beschreibungen
Lieferumfang: SkyScout mit Fotogewinde, SD-Karten-Slot, Stereo-Kopfhörer, USB-Kabel, Bedienungsanleitung auf CD, Softtasche mit Trageriemen, **Preis:** 395 € (bis Ende 2006); 435 € (ab Januar 2007)

Ideal für Einsteiger

Nein, der SkyScout richtet sich nicht zuerst an versierte Amateurastronomen. Manch einer, der mit dem wechselnden Anblick des Himmels vertraut ist und oft Objekte jenseits der zwölften Größenklasse mit einer Sternkarte aufsucht, wird sich gar schaudernd abwenden. Der SkyScout soll eine völlige neue Nutzergruppe ansprechen: Technikfreudige junge Leute, die sonst nie zu Sternatlanten oder Büchern greifen würden, oder gut situierte Zeitgenossen, die immer auf der Suche nach neuen exklusiven Spielereien sind.

»Wobei auch alte Astro-Hasen von dem Gerät profitieren können«, sagt Michael Risch von Baader Planetarium, der deutschen Celestron-Generalvertretung. »Beispielsweise am nicht so vertrauten Südhimmel.« In den USA jedenfalls sei es der Renner und habe die Erwartungen weit übertroffen, weiß Risch.

Erst ab 2007 produziert Celestron den SkyScout auch für Europa, da die neue europäische Elektroschrottverordnung eine höhere Hürde darstellt als in den USA. Was noch fehlt, ist die Übersetzung der Texte und Audiodateien ins Deutsche – sehr wichtig, gerade wenn man astronomische Laien erreichen will. Gelingt dies, so könnte sich tatsächlich eine größere Bevölkerungsgruppe mit dem Thema Sternhimmel befassen. Ein galaktischer Reiseführer, dessen Bedienung nicht komplizierter ist als die eines Mobiltelefons, schafft hierfür gute Voraussetzungen: Die Sache ist kinderleicht. Keine Panik! <<

S&T, DENNIS DI CICCO

Michael Vogel fühlte sich durch den SkyScout an Douglas Adams' Reiseführer erinnert.

Weblink:
www.celestron-nexstar.de/aktuell/skyscout.htm

Im Science-Shop:
www.science-shop.de/artikel/852186

Oliver Dreissigacker und
Carolin Konermann (Hg.)

Der Himmel 2007
Planeten, Monde und Galaxien im Jahreslauf

S. Fischer Verlag, Frankfurt 2006
210 Seiten mit zahlreichen Grafiken, Fotos und Tabellen
ISBN 978-3-596-17252-8
12,95 €

Guillaume Cannat

Sterne ▪ Mond ▪ Planeten
Himmelsjahrbuch 2007

Aus dem Französischen übersetzt von Gottfried Riekert
Delius Klasing Verlag, Bielefeld 2006
144 Seiten, 110 Farbfotos, 80 farbige Abbildungen
ISBN 978-3-7688-1777-6
9,95 €

Hans-Ulrich Keller (Hg.)

Kosmos Himmelsjahr 2007
Sonne, Mond und Sterne im Jahreslauf

Kosmos Verlag, Stuttgart 2006
304 Seiten mit 295 Grafiken und Fotos sowie 100 Tabellen
ISBN 978-3-440-10700-3
14,95 €

Jahrbücher 2007

Was alles benötigt der Sternfreund zu seinem Glück? Dunklen und klaren Himmel, seine Augen, ein Fernglas, vielleicht ein Teleskop, eine Sternkarte und – ein astronomisches Jahrbuch! Letzteres ist nötig, um eigene Beobachtungen anhand aktueller Daten von Sonne, Mond und Planeten planen zu können. Über bevorstehende spektakuläre Ereignisse wie Sonnen- und Mondfinsternisse berichtet die Tagespresse. Doch wer die vielen anderen – nicht weniger spektakulären – Himmelsereignisse wie beispielsweise Stern- oder Planetenbedeckungen durch den Mond, Planetenbegegnungen oder Planetenoppositionen nicht verpassen will und darüber hinaus wissen möchte, wann welcher Planet wo am Firmament zu finden ist, der informiert sich darüber mit Hilfe astronomischer Jahrbücher.

Alle rezensierten Bücher, CD-ROMs und DVDs können Sie in unserem Science-Shop bestellen.

Internet: www.science-shop.de
per E-Mail: shop@wissenschaft-online.de
telefonisch: 06221 9126-841
per Fax: 06221 9126-869

Im Fokus dieses Vergleichs stehen fünf Himmelsalmanache für das Jahr 2007. Neben den altbewährten Jahrbüchern gibt es neue Werke, die der zunehmenden Ausdifferenzierung der Amateurastronomie gerecht werden. Der grundlegende Aufbau der Bücher ist dabei immer ähnlich: Ihr Hauptteil enthält zwölf Monatsübersichten, die mit Text, Grafik und Bild beschreiben, was der Hobbyastronom jeden Monat am Sternhimmel geboten bekommt. Einzig »Das Astronomische Jahr 2007« aus dem Oculum-Verlag unterteilt etwas genauer, indem es eine wöchentlichen Überblick bietet. Bei allen Jahrbüchern gleich gut gelöst ist die Übersichtlichkeit: Der Leser weiß immer, in welchem Monat beziehungsweise welcher Woche er gerade blättert.

Der Himmel 2007

Dieser neue – von der Redaktion ASTRONOMIE HEUTE herausgegebene – Almanach eignet sich insbesondere für Anfänger, die für ihre ersten Schritte in das faszinierende Hobby Astronomie einen kompetenten Begleiter suchen. Im Mittelpunkt steht, was der Amateurastronom mit bloßem Auge, einem Fernglas oder einem kleinen Teleskop am Nachthimmel beobachten kann. Der Philosophie des Buchs folgend, benötigt der Sterngucker kein Riesenteleskop, um seine Sinne für das zu schärfen, was er selbst unter einem aufgehellten Stadthimmel erleben kann. Und da hilft dieser kompakte Beobachtungsführer mit Sternkarten für jeden Monat, einer Beschreibung der wichtigsten Himmelsereignisse und informativen Texten: Neben praxisnahen Tipps zum Kauf eines Fernglases oder Teleskops gibt es ein gut lesbares Kapitel über die miteinander verwobenen Themenbereiche »Koordinatensysteme, Montierungen und die Zeit«.

Übersichtlich gestaltet ist der Kalender, der jedes Monatskapitel auf einer Doppelseite eröffnet und neben den täglichen Mondphasen die Himmelshighlights erwähnt. Für Benutzer kleiner Teleskope sind besonders die Grafiken zur Stellungen der Jupiter- und Saturnmonde interessant.

Ein kleine Kritik meinerseits betrifft die unter den monatlichen Sternkarten gedruckte Zeitangabe: Der Anfänger, an den sich dieser Almanach ja richtet, ist mit der Sternzeit sicher überfordert. Praxisnäher wäre hier eine Zeitangabe in MEZ/MESZ gewesen.

Sterne Mond Planeten

Bereits im fünften Jahr erscheint das aus dem Französischen übertragene und äußerst lesenswerte Jahrbuch von Guillaume Cannat »Sterne Mond Planeten«. Das Buch ist etwas größer als DIN A5 und beschreibt ähnlich wie »Der Himmel 2007« vor allem jene astronomischen Erscheinungen, die mit bloßem Auge sichtbar sind. Es wendet sich somit ebenfalls an den Anfänger. Manche Texte vermitteln allerdings Tipps und Fakten, welche

Thorsten Neckel und
Oliver Montenbruck (Hg.)

Ahnerts Astronomisches Jahrbuch 2007
Die wichtigsten Ereignisse im Überblick

Spektrum der Wissenschaft
Verlagsgesellschaft, Heidelberg 2006
194 Seiten mit zahlreichen Grafiken,
Fotos und Tabellen
ISBN 987-3-938639-33-7
9,80 €

Susanne Friedrich, Peter Friedrich,
Stephan Schurig

Das Astronomische Jahr 2007
Woche für Woche Daten und Grafiken zur eigenen Beobachtung der Gestirne

Oculum-Verlag, Erlangen 2006
128 Seiten mit zahlreichen Grafiken,
Fotos und Tabellen
ISBN 978-3-938469-13-2
9,90 €

durchaus auch fortgeschrittenen Beobachtern Neues bieten.

Ein spezielles Merkmal dieses gut illustrierten Jahrbuchs ist seine Sprache. Sie ist anschaulich und elegant, manchmal sogar fast poetisch, immer jedoch kurzweilig. Hin und wieder blitzt der Humor des Autors durch die Zeilen, wenn er zum Beispiel zur himmlischen Begegnung von Mond, Venus und Saturn in den frühen Morgenstunden des 7. Oktober 2007 einen praktischen Anreiz für das frühe Aufstehen gibt: Man solle sich doch bei dieser Gelegenheit gleich noch frische Croissants besorgen.

Vier Himmelskarten zeigen den Sternhimmel zu den verschiedenen Jahreszeiten. Hier ist leider beim Druck etwas schief gelaufen: Die Milchstraße ist nur teilweise sichtbar und auf der Frühlingskarte fehlt sie völlig. Besser wären zudem monatliche Sternkarten und nicht nur eine pro Jahreszeit.

Kosmos Himmelsjahr 2007

Zu den altbewährten Himmelsjahrbüchern zählt das »Himmelsjahr« aus dem Kosmos Verlag in Stuttgart, das nun auf über 300 Seiten Umfang angewachsen ist. Dass ein Jahrbuch der Astronomie weit mehr sein kann als eine Sammlung von Daten, beweist dieses Standardwerk seit Langem: Neben den Monatsvorschauen enthält es eine Rubrik, die über aktuelle astronomische Forschungsthemen berichtet. Interessant sind auch die Monatsthemen, die entweder für sich stehen oder aktuelle Ereignisse vertiefen. Ohne Ausnahme sind diese kleinen Artikel angenehm zu lesen. Die im tabellarischen Anhang präsentierten Ephemeriden zeigen die Daten in Fünf--Tagesschritten. Sehr praktisch ist auch die Sammlung von Adressen Astronomischer Institute, Planetarien, Vereinigungen und Volkssternwarten am Ende des Buchs, die dem Leser viele Kontaktmöglichkeiten bietet.

Zum gedruckten Himmelsjahr ist auch eine CD-ROM erhältlich, die entweder zusammen mit dem Buch als »De-luxe-Version« (24,90 €) oder einzeln (16,95 €) erhältlich ist. Am PC sind damit Informationen verfügbar, die weit über jene im Buch hinausgehen. Besonders gelungen sind die Ephemeridentabellen, die individuelle Variationen des Beobachtungsorts durch den Nutzer möglich machen. Daneben gibt es ein umfangreiches Glossar und diverse Animationen zu Finsternissen und anderen Himmelsereignissen. Speziell für Anfänger geeignet sind vier kleine jahreszeitliche Sternführungen, die fast schon wie ein Besuch im Planetarium anmuten.

Ahnerts Astronomisches Jahrbuch 2007

Der von der Redaktion Sterne und Weltraum herausgegebene »Ahnert« ist ein sehr fassettenreiches und äußerst gut gestaltetes Jahrbuch, welches wie kein an- >

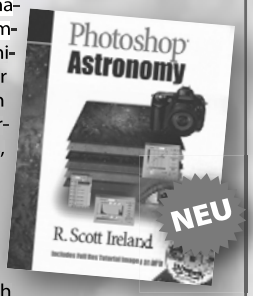
Atlas der Messier-Objekte

Eine gelungene Mischung aus Beobachtungshilfe und Bildband. Das großzügige Format und die aufwändige optische Gestaltung machen die Lektüre zu einem echten Genuss! Eine derartig umfangreiche und vollständige Darstellung zu den Messier-Objekten hat es bisher in deutscher Sprache noch nicht gegeben. Die Beschreibung zu den Objekten gliedern sich in die Abschnitte Historie, Astrophysik und Beobachtung. Gleichgültig ob das Interesse eher historisch, theoretisch oder praktisch ausgerichtet ist, kommt jeder mit diesem Buch auf seine Kosten.

€ 59⁹⁰

Photoshop Astronomy

Der Autor arbeitet seit fast 10 Jahren mit Photoshop, um seine Astrofotos zu bearbeiten. Die dabei gemachten Erfahrungen hat er in diesem speziell auf die Bedürfnisse des Amateurastronomen zugeschnittenen Buch gesammelt. Die behandelten Themen sind unter anderem: die technische Ausstattung, Farbmanagement, Histogramme, Maskierungstechniken, Addition mehrerer Bilder, Korrektur von Vignettierungen, korrektur von Farbhalos, Deformationen oder überbelichteten Sternen, LRGB und vieles mehr. Auf der beigefügten DVD befinden sich alle im Buch besprochenen und verwendeten Beispielbilder.



€ 39⁹⁰

Astronomik UHC-E

Diese neue Variante des UHC-Filters ist eine günstige Ergänzung unseres Angebotes. Gegenüber dem Profi UHC-Filter ist die Halbwertsbreite etwas größer, die Transmission etwas geringer (typisch 94% gegen 98%). Dadurch liefert etwas weniger kontrastreiche Bilder an größeren Fernrohren. Durch seine Eigenschaften können wir den UHC-E-Filter als preiswerte Alternative für Geräte bis 15cm Öffnung empfehlen.

ab € 65⁰⁰

astro-shop
Eiffestr. 426 • 20537Hamburg
Telefon 040 / 511 43 48 • FAX 040 / 511 45 94
www.astro-shop.com/ahoi

> deres seine Inhalte mit großformatigen Astrofotos und Grafiken illustriert. Gerade im – oft bemängelten – Magazinformat liegt daher seine Stärke, auch wenn er so nicht viele taunasse Beobachtungsnächte übersteht. Ausführliche Informationen zu jedem Monat präsentieren sich dem Leser im Ahnert anhand farbiger Diagramme, großer Karten und eines separaten Tabellenteils. Detaillierter als er geht kein Jahrbuch auf einzelne Himmelsereignisse ein. Die durchweg gut lesbaren und eindrucksvoll bebilderten Monatsthemen behandeln neben spektakulären Himmelsereignissen wie der totalen Mondfinsternis im März auch atmosphärische Phänomene wie das der Leuchtenden Nachtwolken. Der erfahrene Beobachter findet darin auch viele neue Anregungen, beispielsweise wenn im April einige unbekannte Deep-Sky-Objekte im Sternbild Löwe vorgestellt werden. Amateurastronomen bietet der Ahnert genug Lektüre für wolkenverhangene Nächte, versierten Sternguckern eine umfangreiche Datensammlung.

Das Astronomische Jahr 2007

Das Interstellarum-Jahrbuch – ebenfalls im Magazinformat – stellt nicht die spektakulären Himmelsereignisse in den Mittelpunkt, sondern setzt auf Tagesaktualität und Vollständigkeit aller Daten von Sonne, Mond und Planeten. Für jede Woche gibt es eine Doppelseite – und die im Querformat! Eine Seite mit Grafiken, dem Beobachtungshighlight der Woche, darunter Tabellen mit Daten für jeden einzelnen Tag. Durch die Einheitlichkeit der Grafiken und Tabellen und gute Legenden in den Umschlagseiten ist die Nutzung des Jahrbuchs einfach: Alles steht in jeder Wochenübersicht an derselben Stelle. Schon beim Durchblättern ergeben sich so beispielsweise die scheinbaren Größen der Planeten auf sehr plastische Weise. So wächst Mars im Jahresverlauf bis zum Dezember auf seine in diesem Jahr maximale Größe heran, weil er Heiligabend 2007 in Opposition stehen wird.

Der Band aus dem Oculum-Verlag präsentiert die umfassendste und lückenloseste Datensammlung aller Jahrbücher, verzichtet dafür aber weit gehend auf Texte und Astrofotos. Nur auf den ersten 13 Seiten des Hefts findet man wichtige Informationen, die durch ein kurzes Glossar abgerundet werden. Durch diese geglückte Reduktion auf das Wesentliche empfiehlt sich dieses Jahrbuch für Amateurastronomen, die Ephemeriden schnell verfügbar haben wollen, ohne sie zuvor aus verschiedenen Tabellen umständlich heraussuchen und tagesaktuell berechnen zu müssen. Gut gestaltete Grafiken beschreiben auch Himmelsschauspiele, die nur dem versierten Beobachter mit größeren Teleskopen zugänglich sind, wie zum Beispiel die Opposition des Planetoiden Juno Anfang April.

Welches Jahrbuch darf es sein?

Welches astronomische Jahrbuch eignet sich denn nun für wen? »Der Himmel 2007« und »Sterne Mond Planeten« sind für Himmelsneulinge die erste Wahl und bieten einen ballastfreien Einstieg in das Erlebnis Astronomie. Das »Kosmos Himmelsjahr« richtet sich sowohl an Anfänger als auch an fortgeschrittene Sternfreunde. Der umfangreiche »Ahnert« bietet vor allem versierten Beobachtern und Astrofotografen eine große Fülle praxisnaher Fakten, ist aber auch für den Anfänger eine echte Fundgrube. »Das Astronomische Jahr« bedient in erster Linie passionierte Himmelsbeobachter mit viel Erfahrung, denen die Anwendung von gängigen Darstellungen und Tabellen in Jahrbüchern dieser Liga geläufig ist.

Allen Pluto-Fans, die sich über die Degradierung des vormaligen Planeten zum Zwergplaneten geärgert haben, gewähren übrigens alle Jahrbücher für 2007 noch eine Gnadenfrist. Da der Redaktionsschluss vor der Planetenneudefinition im August lag, wird Pluto in allen Werken noch als neunter Planet unseres Sonnensystems bezeichnet.

Der Preis allein sollte kein Entscheidungskriterium für oder gegen ein bestimmtes Jahrbuch sein, liegen doch alle dicht beieinander und bieten viel Inhalt für wenig Geld. Eher schon sind die günstigen Preise ein zusätzlicher Anreiz, sich mehr als einen astronomischen Almanach zuzulegen. Für 2007 lohnt sich das besonders, da in diesem Jahr zwei gelungene Neuerscheinungen starten. Zu spannend sind die Entdeckungen, die der Sternfreund bei Lektüre und Nutzung der verschiedenen Jahrbücher machen kann. <<

Stefan Oldenburg, begeisterter Hobbyastronom, nutzt stets mehrere astronomische Jahrbücher.

TV-PROGRAMM

Montag, 20. November

Antarctica (5/13)
In der Antarktis gibt es ein großes Meteoritenvorkommen. Japanische Forscher, die in der Nähe antarktischer Gipfel und Bergketten nach ihnen suchten, konnten manchmal bis zu einhundert Exemplare an einem Tag finden
SWR, 8.35 Uhr

NDR / PHOENIX / THOMAS BERBNER

Mittwoch, 22. November

Weltreisen
Unter dem Geisterhimmel von Alaska
Thomas Berbner und sein Team haben Alaska im Winter bereist. Unter dem durch die Nordlichter grün und violett schimmernden Himmel trafen sie im Norden Amerikas auf Menschen, die mit wissenschaftlicher Neugier an das Naturphänomen herangehen. Eine neue Forschungsdisziplin erkundet das »Space Weather«, das Wetter aus dem Weltall
NDR, 13.00 Uhr

Donnerstag, 23. November

BBC Exklusiv
Thema: Urlaub im Weltraum
Touristen auf dem Mond? Urlaub im Universum? Vor über vierzig Jahren flog der erste Mensch ins All – das Ereignis elektrisierte die Menschheit. Doch erst seit Mitte der 1990er Jahre arbeitet eine Hand voll Raumfahrtbegeisterter daran, diesen Traum für jedermann wahr werden zu lassen. Der erste Start könnte bereits 2008 erfolgen
VOX, 23.00 Uhr

Der Mann mit dem »Doppler-Effekt«

Christian Doppler (1803–1853) gehört neben Wolfgang Amadeus Mozart zu den bedeutendsten Salzburgern. Seine Entdeckungen und Forschungen über Licht- und Schallwellen bilden heute die Grundlage vieler Bereiche der modernen Wissenschaft: Radar, Navigation und Ultraschall. Selbst die Urknalltheorie über die Entstehung des Weltalls basiert auf seinen Erkenntnissen

3sat, 11.45 Uhr

Dienstag, 28. November

Deep Impact – Der Schuss in den Kometen

Die Dokumentation schildert die Arbeit der Astronomen an der Raumsonde Deep Impact und erläutert, wie diese im Sommer 2005 die Oberfläche und den Kern des Kometen Tempel 1 erforschte

Discovery Channel, 21.15 Uhr

Donnerstag, 30. November

Odysso – Wissen entdecken Kosmisches Rätsel

Die Dunkle Materie ist eines der größten Geheimnisse unseres Universums. Obwohl das Weltall zu 85 Prozent aus dieser mysteriösen Materie besteht, wissen wir absolut nichts über sie. Wenn es sie nicht gäbe, würde unsere Welt wahrscheinlich ganz einfach auseinanderfallen. Wissenschaftler versuchen, mit ausgeklügelten Experimenten die Existenz der Dunklen Materie zu beweisen und ihre Eigenschaften zu ergründen

SWR, 22.00 Uhr

BBC Exklusiv Hilfe, unser Universum ist weg

Die Masse der am Himmel sichtbaren Materie reicht nicht aus, um Sterne, Planeten und Galaxien auf ihren Bahnen zu halten. Es muss eine weitere Substanz vorhanden sein, die Schwerkraft erzeugt und für stabile Umlaufbahnen sorgt: die Dunkle Materie, die den Großteil des Universums ausmacht

VOX, 23.00 Uhr

Donnerstag, 7. Dezember

BBC Exklusiv Abschied von Pluto

Dieser Film beschreibt die Geschichte von der abenteuerlichen Entdeckung des Pluto im Jahr 1930 bis zur aktuellen Debatte um den Status des ehemaligen neunten Planeten, mit der die Internationale Astronomische Union einen Schlussstrich unter die Diskussion setzen wollte – und eine weltweite Protestwelle verursachte.
Eine Liebeserklärung an einen degradierten Planeten

VOX, 23.00 Uhr

Auswahl aus dem Fernsehangebot zu Themen aus Astronomie und Raumfahrt der kommenden Wochen. Kurzfristige Programmänderungen sind möglich.

EVENTS

18.11.–19.11. Ausstellung der Sternfreunde Münster. An diesem Wochenende bieten die Sternfreunde einen Einblick in das Hobby Astronomie. Ein Büchertisch informiert über die wichtigste Literatur, eine Ausstellung zeigt das Instrumentarium der Sterngucker
Ort: Westfälisches Museum für Naturkunde
Sa: 14.00–18.00, So: 10.00–18.00 Uhr

25.11. Hattinger Astronomie- und Trödeltag HATT. Ausstellungen von Amateurastronomen, Vorstellung von Sternwarten sowie Erfahrungsaustausch und Verkauf.
Ort: Aula der Realschule Grünstraße in 45525 Hattingen-Mitte
10.00–16.00 Uhr
Internet: www.sternwarte-hattingen.de
Anmeldung (nur für Aussteller) und nähere Informationen unter Tel.: 0174 8131234, 0201 8336082 oder per E-Mail an ingo.schmidt@sternwarte-hattingen.de

Auch Ihre Termine können hier kostenlos stehen! Für die Januar-Ausgabe schicken Sie bis zum 14. November 2006 eine E-Mail an: redaktion@astronomie-heute.de

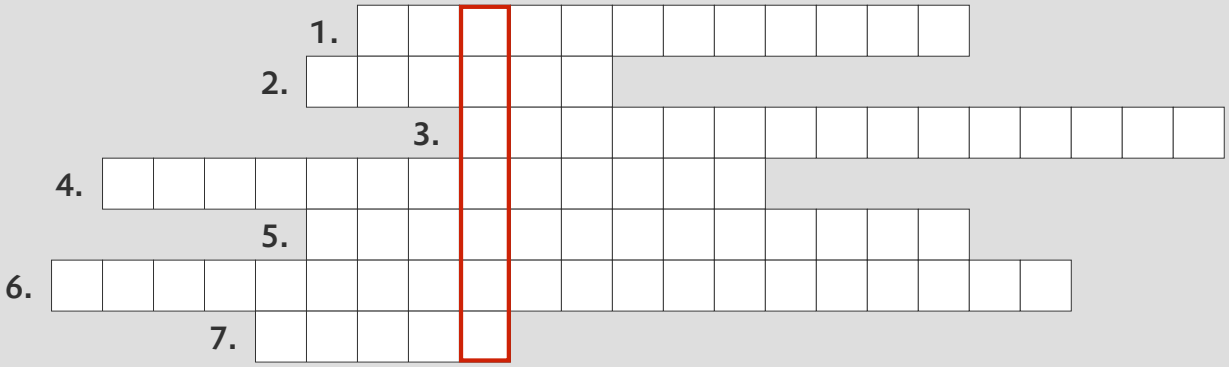
Wissen aus erster Hand

spektrumdirekt
Die Wissenschaftszeitung im Internet

Die Redaktion von spektrumdirekt informiert Sie online schnell, fundiert und verständlich über den Stand der Forschung.

www.spektrumdirekt.de/info

Gewinnen Sie ein Baader-Okular-Set mit ASTRONOMIE HEUTE! Teil 1



1. Preis: »Space World Weltraum-Panorama«,

Kalender für 2007 im Großformat 50×100 Zentimeter, Drahtbindung. Limitierte Vorzugsausgabe – einzeln nummeriert. Palazzi Verlag, Bremen (www.palazzi-kalender.de). Wert: 89,–€

2.–5. Preis: Der Himmel 2007

Das kompakte und verständliche Jahrbuch aus der ASTRONOMIE-HEUTE-Redaktion. S. Fischer Verlag, Frankfurt (www.fischerverlage.de). Wert: 12,95 €

1. Gas, aus dem die Atmosphäre der Venus überwiegend besteht
2. Dänischer Astronom, der in den 1880er Jahren den NGC-Katalog zusammenstellte
3. Wichtiger Bestandteil eines Dobson-Teleskops wie bei den LightBridges von Meade
4. Andere Bezeichnung für das Pegasusquadrat
5. Astronomen bezeichnen so einen Vertreter von Objektklassen, deren (absolute) Helligkeiten immer den gleichen Wert haben
6. Relikt des Urknalls, seinerzeit vom Satelliten Cobe erstmals genau vermessen
7. Objekt des Sonnensystems, das früher einmal als Planet gewertet wurde

Bitte schicken Sie das rot umrandete Lösungswort per E-Mail an preisraetsel@astronomie-heute.de oder auf einer Postkarte an Spektrum der Wissenschaft, Stichwort ASTRONOMIE HEUTE 12/2006, Postfach 10 48 40, D-69038 Heidelberg. Verwenden Sie nicht das Leserbriefformular auf der Webseite! Einsendeschluss ist der 8. 12. 2006. Erster Teil einer vierteiligen Rätselreihe. Das Lösungswort dieses Teils wird nachfolgend für das Lösen des Superrätsels um den Hauptpreis (»Baader-Okular-Set«) benötigt. Unter den Einsendern der Einzellösung werden weitere Sachpreise gezogen, siehe unten. Bei mehreren richtigen Lösungen entscheidet das Los. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Auflösung und Gewinner stehen in der März-2007-Ausgabe, im Handel ab Donnerstag, dem 15. Februar 2007.

Hauptpreis des Superrätsels: »Baader-Okular-Set«

Hyperion-Reihe, www.baader-planetarium.de/hyperion/anleitung.htm

Die Hyperion-Okulare sind weltweit die einzigen, wo Sie wahlweise 1¼- oder Zwei-Zoll-Filter am beziehungsweise im Okular anbringen können! Dadurch können Sie unter Umständen sogar die Brennweite variieren. Das Set aus sechs Okularen der Brennweiten 21, 17, 13, 8, 5 und 3,5 Millimeter wird unter den richtigen Einsendungen des Superrätsels mit den jeweiligen Lösungsworten aus den Einzelrätseln der Ausgaben Dezember 2006, Januar/Februar, März und April 2007 verlost.

Wert: 699 Euro.

Lösung des Preisrätsels im Oktober-Heft:

LÖSUNG: PIONEER – Die Raumsonden aus den 1970er Jahren werden aus unerfindlichen Gründen immer langsamer

L	E	U	C	H	T	P	U	N	K	T	S	U	C	H	E	R
C	O	L	U	M	B	I	A							
					Z	O	D	I	A	K				
			M	O	U	N	T		W	I	L	S	O	N
		H	A	N	T	E	L	N	E	B	E	L		
		B	A	A	D	E								
		S	A	T	U	R	N		V					

Gewinner des Oktober-Rätsels: Frank Görner, Lautzenbrücken (Space-World-Panoramakalender); Wolfgang Eglseder, Köln; Stefan Kühner, Renchen-Ulm; Werner Schwarzbäcker, Wassertrudingen (je ein »Reiseführer Astronomie«)

Astroshop.de
3000 Artikel - alles online!
www.Astroshop.de

Stand: Juli 2006

Bei uns gibt es pro Jahr über 300 klare Nächte...
...und das sogar tagsüber!
Planetarium Mannheim
Vorführungen täglich außer montags
Wilhelm-Varnholt-Allee 1 (Europaplatz), 68165 Mannheim
Auskünfte & Infos: Tel. 0621–415692
www.planetarium-mannheim.de

SATTLEGGERS ALPENHOF
EMBERGER ALM
ASTRO- und FAMILIENURLAUB
im Herbst und Winter!
Perfekte, klare Nächte warten!
Zwei gut ausgestattete Sternwarten (12" + 17,5") auf 1.800m Seehöhe, viel Platz und ein perfekter Sternhimmel erwarten Sie.
Sattleggers Alpenhof und Feriensternwarte
Emberger Alm 2, 9771 Berg/Drautal, Österreich
Tel.: +43/4712/796, Fax: +43/4712/796-6
www.alpsat.at, mail: office@alpsat.at

FERNROHRLAND
TMB 80/480mm 80/600mm
Die kleinen Vollapochromaten mit der großen Leistung
Die 3-linsigen Objektive dieser Spitzenapos leisten Unglaubliches: Perfekte Farbkorrektur, nicht zu überbietende Schärfe und Kontrastleistung, visuelle und fotografische Eignung. Mit 2" Okular, Gesichtsfeld bis zu 6 Grad!
Die perfekten Reiseteleskope für Erd- und Himmelsbeobachtungen. Ideal für Sonnenfinsternisexpeditionen.
Lieferumfang mit 3-linsigem Objektiv, Taukappe, 2" Okularauszug mit Untersetzung 1:10, Red. 1 1/4", Fotostativgewinde 1/4", Tubus von William Optics.
Jetzt nur noch 1 295,- €
Ladenöffnungszeiten: Mo.-Fr. 8:30 - 13 Uhr / 14 - 18 Uhr
Fernrohrland by PHOTO UNIVERSAL • Max-Planck-Str. 28 • 70736 Fellbach (bei Stuttgart) • Tel 0711/9 57 60 -17 oder -45 Fax -40
www.fernrohrland.de

2. Internationale Astronomie-Messe AME2007
Erneut mit zahlreichen Ausstellern aus dem In- und Ausland und einem attraktiven Rahmenprogramm.
AME2007
22. September 2007
Wann? 22. September 2007
Wo? 78054 VS-Schwenningen, Messegelände, 6000 kostenlose Parkplätze vor Ort.
Fragen? Tel.: 0741 2706210, E-Mail: info@astro-messe.de
www.astro-messe.de

Fachhandel für opt.Geräte und Astro-Teleskope
OPTIC MAKARIO
Optische u. feinmechanische Fachwerkstatt
41061 Mönchengladbach Aachener Str.61
Tel. 02161/17511 www.optik-makario.de
Geprüfte, präzise kollimierte Teleskope
Wir reparieren:
Teleskope, Photo-Objektive, Ferngläser, Mikroskope
Umbau CANON EOS 300D, 350D, 20D u. 5D und NIKON D50, D70, D100 u. D1 für den Einsatz in der IR-, Nacht-, und Astrofotografie

Sternwarte Tinfou Prov. Zagora - Marokko
SaharaSky
www.saharasky.com
KASBAH HOTEL
SaharaSky
MAROC
www.hotel-sahara.com

Die privaten Kleinanzeigen finden Sie diesmal aus Platzgründen nur auf unserer Homepage unter www.astronomie-heute.de/kleinanzeigen

PRIVATE KLEINANZEIGEN — mit bis zu fünf Zeilen für Abonnenten von ASTRONOMIE HEUTE kostenlos!

ASTRONOMIE HEUTE-Abonnenten können private Kleinanzeigen mit bis zu fünf Zeilen pro Ausgabe kostenlos schalten. Jede weitere Zeile kostet für Abonnenten 5,– €. Geben Sie bitte bei Einsendung von Kleinanzeigen stets Ihre Kundennummer an. Diese entnehmen Sie Ihrer Rechnung oder dem Adressträgerblatt.

Für Nichtabonnenten gelten folgende Preise:

bis zu drei Zeilen: 22,–€, jede weitere Zeile: 5,–€

Die Veröffentlichung im Internet ist auch für Nichtabonnenten kostenlos.

Bitte beachten Sie: Ist der verfügbare Platz in einer Ausgabe vergeben, behält sich die Redaktion das Recht vor, später eintreffende Anzeigen in die nächstverfügbare Ausgabe zu verschieben. Eine Zeile enthält durchschnittlich vierzig Zeichen. Alle Preise zuzüglich gesetzlicher Mehrwertsteuer. Die Grundgebühr pro Anzeige ist bereits eingerechnet. Gleichzeitig erhalten Sie einen Eintrag in unserer Online-Kleinanzeigendatenbank für die Verkaufsdauer des jeweiligen Hefts.

Bitte geben Sie Ihre Kleinanzeige im Internet ein unter www.astronomie-heute.de/kleinanzeigen **oder senden Sie sie wie gewohnt an:**
Spektrum der Wissenschaft, Redaktion ASTRONOMIE HEUTE
Slevogtstr. 3–5, 69126 Heidelberg
Fax: 06221 9126-769, E-Mail: kleinanzeigen@astronomie-heute.de
Der Einsendeschluss ist vier Wochen vor Erscheinen des Hefts.

VORSCHAU

Sterne aller Couleur

Unsere Sonne ist der Stern, der uns am vertrautesten ist. Aber es gibt sie in allen Farben des Regenbogens und in den unterschiedlichsten Größen. Freuen Sie sich auf unser »Einmaleins der Sterne«

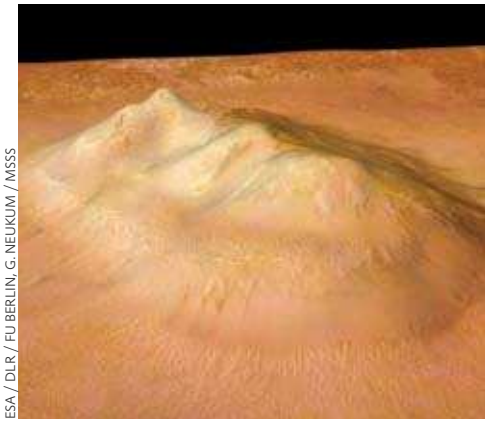
ILLUSTRATION: NIGHT SKY, CASEY B. REED

AKIRA FUJII

Endspurt für die Shuttleflotte

Der Ausbau der Internationalen Raumstation wurde im Sommer wieder aufgenommen. Wie geht es weiter? Wie viele Shuttlestarts sind hierfür noch notwendig?

NASA



ESA / DLR / FU BERLIN, G. NEUKUM / MSSS

Superstar der Sternhaufen

Die Plejaden – auch Siebengestirn genannt – sind mindestens so bekannt wie der Große Wagen. Gehen Sie mit uns auf Deep-Sky-Expedition!

Kippenhahns Sternstunde

In der nächsten Ausgabe kehrt unser Lieblingskolumnist zurück und erzählt Ihnen die faszinierende Geschichte des »Marsgesichts«

IMPRESSUM

Chefredakteur: Dr. Jakob Staude (v.i.S.d.P.)
Redaktion: Dr. Oliver Dreissigacker (Ltg., Chef vom Dienst), Stephan Fichtner
Ständige Mitarbeit: Dr. Frank Schubert
Artdirector/Layout: Karsten Kramarczik
Layout: Marc Grove, Claus Schäfer, Sibylle Franz, Anke Heinzelmann
Schlussredaktion: Christina Peiberg (kom. Ltg.), Sigrid Spies, Katharina Werle
Bildredaktion: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe
Mitarbeit an diesem Heft: Stephanie Hügler, Corinna Karow, Dr. Rainer Kayser, Alexander Kerste, Dr. Monika Maintz, Maike Pollmann, Dr. Achim Schneider, Dr. Sven Titz
Redaktionsassistenz: Britta Feuerstein
Redaktionsanschrift: Postfach 10 48 40, 69038 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-765, Fax: 06221 9126-769, E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de
Herstellung: Natalie Schäfer, Tel.: 06221 9126-733
Einzelverkauf: Anke Walter (Ltg.), Tel.: 06221 9126-744
Marketing: Annette Baumbusch (Ltg.), Tel.: 06221 9126-741, E-Mail: service@spektrum.com
Leserservice: Tel.: 06221 9126-743, E-Mail: service@spektrum.com
Geschäftsleitung: Markus Bossle, Thomas Bleck

Verlagsleiter: Dr. Carsten Könneker
Objektleiter Astronomie: Stephan Fichtner
Verlag: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 10 48 40, 69038 Heidelberg; Hausanschrift: Slevogtstraße 3–5, 69126 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-600, Fax: 06221 9126-751, Amtsgericht Heidelberg, HRB 338114
Vertrieb und Abonnementverwaltung: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, c/o ZENIT Pressevertrieb GmbH, Postfach 81 06 80, 70523 Stuttgart, Tel.: 0711 7252-192, Fax: 0711 7252-366, E-Mail: spektrum@zenit-presse.de, Vertretungsberechtigter: Uwe Bronn
Bezugspreise: Einzelheft: € 6,50, Jahresabonnement Inland (10 Ausgaben): € 56,–, Jahresabonnement Ausland: € 61,–, Jahresabonnement ermäßigt Inland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): € 50,–, Jahresabonnement ermäßigt Ausland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): € 55,–. Zahlung sofort nach Rechnungserhalt. Konto: 22 706 708, Postbank Stuttgart (BLZ 600 100 70).
Die Mitglieder der Vereinigung der Sternfreunde e. V. (VdS) erhalten ASTRONOMIE HEUTE zum gesonderten Mitgliedsbezugspreis.
Anzeigen/Druckunterlagen: VMS Limperg Verlags- & MedienService, Sudetenstraße 16, 63486 Bruchköbel, Tel.: 06181 729-04, Fax: 06181 729-84, E-Mail: f.limperg@limperg.de
Anzeigenpreise: Zurzeit gilt die Preisliste Nr. 4 vom 1. November 2005.
Gesamtherstellung: Westermann Druck GmbH, 38104 Braunschweig

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist ohne die vorherige schriftliche Einwilligung der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen: © 2006 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

ISSN 1610-8728, www.astronomie-heute.de

Sky & Telescope (S & T) und Night Sky: New Track Media LLC, 49 Bay State Road, Cambridge, MA 02138-1200, USA; Publisher: Susan B. Lit; Editor in Chief: Richard Tresch Fienberg, Ph.D.; VP of Marketing & Business Development: Marcy L. McCreary. Die Übersichts- und Ausschnittssternkarten von ASTRONOMIE HEUTE wurden mit Software und Designelementen von Roger W. Sinnott und Steven Simpson erstellt.

Wir übernehmen keine Haftung für die Inhalte externer Webseiten. Für den Inhalt der angegebenen Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.